

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

Wydawnictwa rok czterdziesty ósmy.

Redaktor Prof. Bohdan Stefanowski.

Przedpłatę kwartalną . mk. 2000  
przyjmuje Administracja i Poczta Kasa  
Oszczędności na konto № 515.

Cena  
numeru pojedynczego  
Mk. 300.

**Ceny ogłoszeń:**  
Za jedną stronę . . . . . mk. 60.000  
" pół strony . . . . . 35.000  
" ćwierć . . . . . 20.000  
" jedną ósmą . . . . . 12.000  
" jedną szesnastą . . . . . 7.000  
Dopłaty: pierwsza strona 50%.

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Czackiego № 3 (Gmach Stowarzyszenia Techników). Telefonu № 67-04.  
Redakcja otwarta we wtorki, czwartki i piątki od godz. 7 do 8<sup>1/2</sup>, wieczorem. Administracja otwarta codziennie od godz. 12 do 2 po poł. i od 6 do 8 wieczorem.  
Wejście przez schody główne budynku albo przez sień w podwórzu wprost bramy № 3.

Tylko Karpowicza  
**MAPA**  
jest najdokład-  
niejszą

z wykazem wszystkich bez wyjątku stacji i przystanków,  
z oznaczeniem linii jednotorowych, dwutorowych i podjaz-  
dowych w całej Polsce. Cena mkp. 720, za zaliczeniem  
pocztowym mkp. 760.

**KOLEJOWA**

FR. KARPOWICZ, Warszawa, Marszałkowska 151.

Sprzedają wszystkie księ-  
garnie oraz stacje kolej-  
owe w kraju i zagranicą.  
Żądać wszędzie i zawsze  
tylko mapę kolejową Kar-  
powicza.

Inne jako mniej wartości-  
we odrzucać. 241

**Wygładziarki (Kalandry)**  
i walce do nich.  
Obłożenie starych wałców nowym papierem i jutą.  
Szlifowanie wałców żeliwnych i stalowych na  
specjalnej szlifierce.

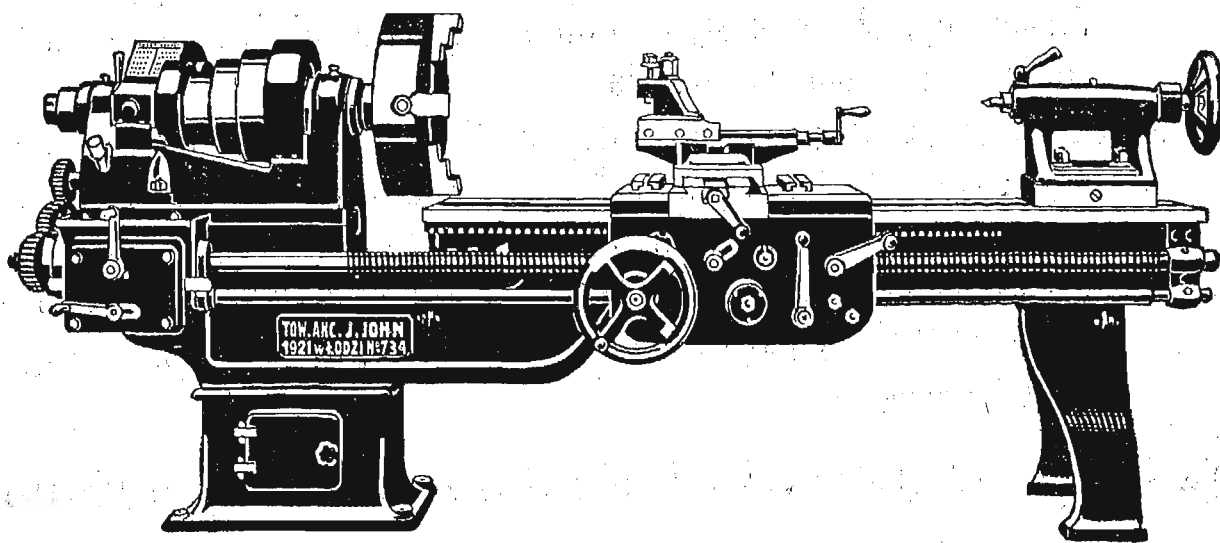


**PRZEDNIKI**  
KOŁA ZEBATE, KOŁA ROZPĘDOWE,  
SPRZĘGLA CIERNE.  
Towar Akcyjne **JOHN WŁODZI**

**Kotły Strebela** do ogrzewania centralnych.

**TOKARKI** szybkoobrotowe.

**UCHWYTY samocentrujące.**  
**ŁBY rewolwerowe.**



**RUSZTY** patentowane.  
**ODWAŻNIKI** kilogramowe cechowane.  
**ODLEWY** podług nadesłanych rysunków i modeli.

Własne Biura Sprzedaży:

**Warszawa**

Al. Jerozolimska 51.

**Lwów**

ul. Chmielowskiego 11-a.

**Kraków**

ul. Basztowa 24.

**Poznań**

Waly Zygmunta Augusta 2.

**Lublin**

Krak-Przedm. 58.

Adres telegraficzny: „TRANSMISJA”.

**Dostawa ze składów lub w terminach krótkich.**

Zakłady urządzone na 1300 robotników i urzędników.

# GANZ

## ZAKŁADY ELEKTRYCZNE I MECHANICZNE W POLSCE

Sp. Akc.

### Zarząd i Dyrekcja w Warszawie

ulica Al. Jerozolimskie № 65.

Telefony: 30-50, 30-90.

Adres telegraficzny „Elga-Warszawa”

Oddziały: w Krakowie i Poznaniu

Przedstawicielstwa: w Łodzi, Kaliszu, Radomiu, Częstochowie, Włocławku, Bydgoszczy, Białymstoku.

#### USKUTECZNA DOSTAWY:

- a) z działu elektrycznego: Centrale elektryczne, Turbogeneratory, Transformatory, Motory, Dynamomaszyny, Liczniki, Aparaty wysokiego napięcia, Tramwaje.
- b) z działu mechanicznego: motory patentu Diesla-Leobersdorfskiej Fabryki Maszyn Sp. Akc., turbiny wodne syst. Francisa, postawy walcowe dla młynów oraz wałki do nich oryginalne firmy „Ganz & Comp.-Danubius”, pompy odśrodkowe, silniki benzynowe, turbiny parowe syst. Zoelly fabryki turbin „L. Lang” w Budapeszcie.

Składy w Warszawie i Krakowie stale obficie zaopatrzone w przedmioty obydwóch działów.

Biuro Techniczne  
**Inż. J. ŻUKOWSKI**

Kraków, ul. P. Michałowskiego 1.

**Główne zastępstwo na Polskę:**

Fabryk elektrotechnicznych „Fr. Křížik”

Sp. Akc. w Pradze,

Zakładów elektrotechnicznych „Bergmann”

Sp. Akc. w Podmokłem.

Wszelkie maszyny prądu stałego i zmiennego  
dowolnej wielkości.

Transformatory i aparaty wysokiego napięcia.  
Mierniki, regulatory i przyrządy do akumula-  
torów.

Kompletne elektrownie prądu stałego i zmien-  
nego o niskim i wysokim napięciu.

Tramwaje i koleje elektryczne.

Dźwigi i wyciągi elektryczne.

Kable i przewodniki oraz wszelkie materiały  
instalacyjne.

Armatury do oświetlenia i żarówki.

**Własny skład w Krakowie.**

121

**Stanisław Nehring, Inżynier**

Warszawa, Szopena № 17. Tel. 186-93

**Ma stale na składzie w Warszawie:**

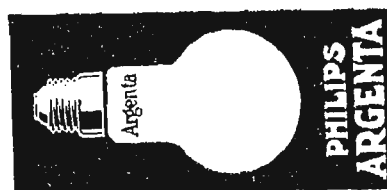
Sprężarki powietrzne (kompresory).

Hamulce systemu **Westinghouse**,  
wszelkie części zapasowe do nich, kieszki  
gumowe do hamulców, kurki i t. p.

**Dostawa natychmiastowa.**

520

IDEALNE  
ŚWIATŁO



PHILIPS  
ARGENTA  
ŚWIETLNA KULA  
ZE SZKŁA  
MLECZNEGO

348

Generalni Przedstawiciele na Polskę

**BRACIA BORKOWSCY**

Warszawa, Jerozolimska 6.

SPÓŁKA AKCYJNA FABRYK METALOWYCH  
**NORBLIN, B-cia BUCH i T. WERNER**

Warszawa, ul. Żelazna № 51, Telefony № 18-80 i 60-80.

Przyjmujemy zamówienia na:

**Druty miedziane**, do celów elektrotechnicznych,

**Druty krzemo-bronzowe**, do telefonów i telegrafów,

**Druty mosiężne** do wyrobu siatek, o średnicach  
od 0,10 do 10 mm.

**Kable miedziane gołe**, o przekrojach od 10 mm.  
do 150 mm<sup>2</sup>.

**Przeciąganie i glijowanie** drutów miedzianych  
i mosiężnych,

**Spoiwa.**

529

# KUŹNIE i wentylatory

do kuźni

amerykańskie, oryg. „Champion” i krajowe  
polecają:

## Krzysztof Brun i Syn

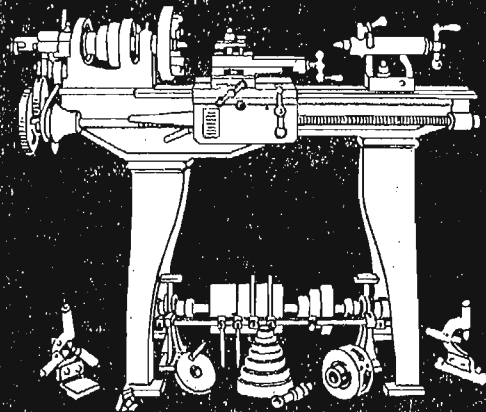
w WARSZAWIE,

Plac Teatralny.

Filja: **Danilowiczowska 9.**

525

## TOKARNIÉ POClĄGOWE



od 1 do 3 mtr. toczenia.

Do podłużnego i poprzecznego to-  
czenia, oraz rżnięcia gwintów.

Dla mniejszych warsztatów mecha-  
nicznych polecamy uniwersalne  
AMERYKAŃSKIE TOKARKI JEDNOMETRÓWE,  
DO NAFĘDU NOŻNEGO I DO TRANSMISJI.

Fabryka „**KRAJ**” Spółka  
MASZYN „**KRAJ**” Akcyjna

dawniej ALFRED VAEDTKE.

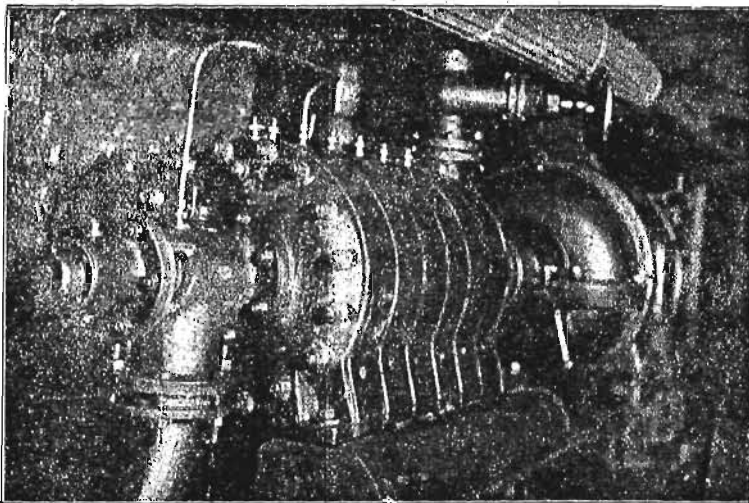
Zarząd fabryki i biuro sprzedaży

Warszawa, Chmielna Nr 26, telefon Nr 241-33.

Cenniki, oferty na żądanie.

495

# POMPY ODŚRODKOWE i TURBINOWE



DO WSZELKICH PŁYNÓW

DO KAŻDEJ WYSOKOŚCI  
PODNO SZENIA

i WYDAJNOŚCI do  
30 m<sup>3</sup>/min. i więcej

ZAWORY  
SSĄCE i ZWROTNE

T-WO

# „SIRIUS” WARSZAWA

ZŁOTA 65. TEL. 68-25

FABRYKA MASZYN i APARATÓW

200

Warszawska Fabryka Uszczelnień  
**Jan Czyż i S=ka**

Warszawa, Przyokopowa 54. Tel. 212-88.

Wykonujemy na zamówienia i posiadamy na składzie:

**Szczeliwa „URSUS”**

- 1) do maszyn parowych, pomp i sprężarek (kompresorów)
- 2) do przewodów parowych wysokoprężnych i wodnych
- 3) do kotłów wodnorurkowych wszystkich systemów
- 4) SZCZELIWA do włączów kotłowych.

Ceny i próby wysyłamy na żądanie.

448

**Dział mechaniczny.**

**Dźwigi** ręczne, transmisyjne, elektryczne. **Suwnice** mostowe od 1—60 tn. **Żórawie.** **Wagony** do wążkotorówek; wielkopiecowe. **Wagonetki** kopalniane i do robót ziemnych. Złożenia osiowe. **Tarcze** obrotowe.

**Dział kotlarski.**

**Kotły** parowe, zbiorniki, rurociągi, chłodnice, powietrzniki, beczki żelazne, aparaty i urządzenia dla cukrowni, gorzelni, fabryk benzolowych i t. p.

**Konstrukcje żelazne.** Remonty wszelkich maszyn i urządzeń. Wszelkie roboty kotlarskie i mechaniczne.

Kosztorysy na żądanie.

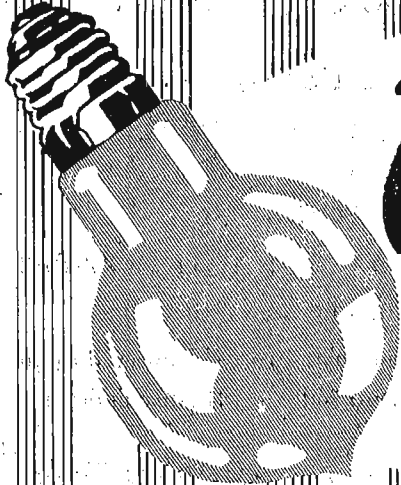
Spółka Akcyjna

**„Inż. Gniazdowski i Janiszewski”**

Zakłady Kotlarskie i Mechaniczne

w Lublinie — Bychawska 69. Telefon 2-42.

442



**Vertex**  
**Vega**

Zakłady Elektryczne **VERTEX** Tow. z ogr. odp. w Warszawie, Marszałkowska № 98.

Adr. teleg. WERTEX—WARSZAWA. Tel. 16-32 i 76-64.

**PASY** Z SIERŚCI WIELBŁĄDZIEJ

poleca

Fabryka pasów w wielbłądzych

**Bracia DEUTSCH**

Warszawa, Moniuszki № 4

Tel.: 116-70, 205-59 i 171-31.

624

5252525252525252



5252525252525252

**LAKIERY i EMALJE**

najprzedniejszych gatunków, nieustępujące angielskim wszechświatowej marki „ATLAS”

Stale na składzie u reprezentantów

P. Goldman i L. Endelman

Warszawa,

Widok 11, Tel. 130-88.

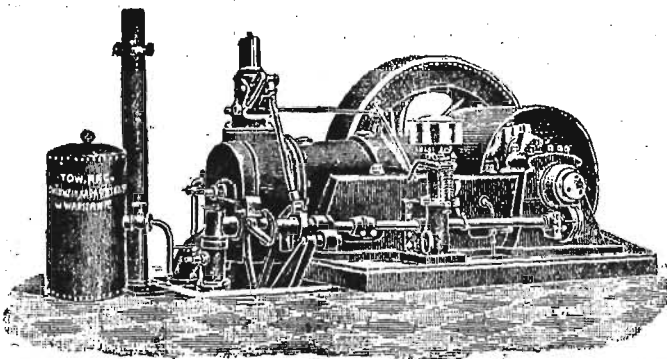
606

**Spółka Akcyjna Fabryki Maszyn i Odlewni „Orthwein, Karasiński i S=ka”**

w Warszawie,

**Biuro Zarządu:**  
Złota 68.

**Fabryka „Włochy”**  
pod Warszawą.



Maszyny parowe, wentylowe i suwakowe. Motory do gazu ssanego.

Kompresory.

Motory do gazu ziemnego.

Pompy.

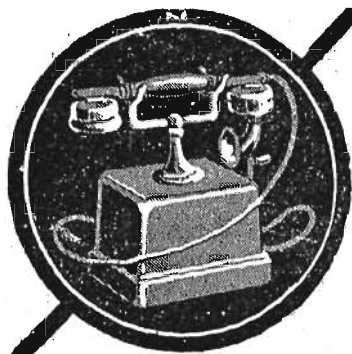
Tartaki.

Wirówki, błotniarki.

Transmisje.

Całkowite urządzenia cukrowni.

27



## Biuro Techniczno-Handlowe Zygadło, Legotke, Kurcewski

inżynierowie

Warszawa, ul. Marszałkowska 72, tel. 76-73.

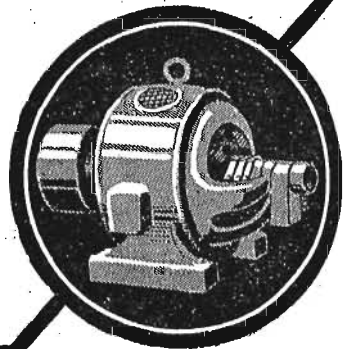
Dostawa materiałów i budowa urządzeń elektr.

**Siły  
Światła**

528

Własne warsztaty  
telefoniczno-sygnalizacyjne.

**Telefonów  
Sygnalizacji i t. p.**



**WSZĘDZIE i ZAWSZE!!**

**ZADAJ — TYLKO**

**„JOLA”**



INŻYNIER **ADEUSZ** **HOROCH**

MŁOTOWNIE i ZAKŁADY PRZEMYSŁOWE

WARSZAWA TEL. 402-02 WILCZA 58.

534

Fabryka Pasów Pędnych

**FR. NOWAKOWSKI**

WARSZAWA

Wolska 5. Telefon 207-54.

Adres telegr.: **Frano-Warszawa.**

Specjalności: Pasy blankowe, Manżety do pomp,  
Troki wszelkiego rodzaju i Struny skórzane.

501

### Oddział Likwidacji Demobilu Wojskowego

**„DEMAT”** sprzedaje:

Skóry półgarbowane, stare trzewiki,  
akumulatory połowe zużyte, izolato-  
ry potłuczone . . . . . w Warszawie.

Wyczeski sierści końskiej, motocykl,  
fortepian, kasę ogniotrwałą, olej  
lniany, maszynę do wyrobu pusta-  
ków, prasę do siana, śrutownik, mło-  
carnie, wóz ciężarowy, klacz ze źre-  
bięciem, marynowaną włoszczyznę,  
szkło tłuczone, gater, kuźnie połowe . . . . . w Wilnie.

Odpadki sukienne, bawełniane i biało-  
stockie, ekstrakt toluolowy, żelazne  
podkłady artyleryjskie . . . . . w Krakowie.

Wozy i ich części . . . . . we Lwowie.

Szczegóły w biuletynie:

**„DEMABIL”, zeszyt Nr 53.**

Termin składania ofert 13 grudnia 1922 r.

415

W Administracji „Przeglądu Technicznego”

jest do nabycia odbitka  
z „P. T.” pod tytułem

**„Bogactwa Kopalne  
Górnego Śląska”**

przez  
d-ra Czesława Kuźniara.

Cena Mk. 50.

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ: M. T. Huber. Teoria a praktyka w naukach technicznych.—K. Pomianowski. O ruchu burzliwym podkrytycznym (dokończenie).  
C. Mikulski. Pył węglowy jako paliwo (dokończenie)  
Z 9-ma rysunkami w tekście.

## TEORJA A PRAKTYKA W NAUKACH TECHNICZNYCH.

Podał prof. dr. M. T. Huber.<sup>1)</sup>

Ze szczerą radością i zadowoleniem przyjąłem zaszczytne zaproszenie Zarządu W. T. P. do wygłoszenia referatu z moich „*Studjów nad belkami o przekroju I*” na drugim dorocznym zebraniu Towarzystwa. Pragnąc jednakże zainteresować poza specjalistami w odnośnej gałęzi nauk technicznych także szersze koła techników z pośród Szan. Zgromadzenia, spróbuję użyć referatu za tło do przedstawienia związku między teorią a praktyką w naukach technicznych, związku dość podobnego do spółki, w której każdy ze spółników przypisuje głośno sobie pomyslny rozwój przedsiębiorstwa, lekceważąc pozornie udział drugiego, podczas gdy w skrytości ducha obaj czują, że jeden bez drugiego nie mógłby iść naprzód.

Wiadomo, że stary jak świat spór między teorią a praktyką nigdy nie przycicha, ale też przycichnąć nie może, bo jego korzenie tkwią głęboko w organizacji umysłów ludzkich, w różnicy między umysłami spekulatywnymi a konstrukcyjnymi, jak pozwoliłbym sobie nazwać dwa główne kierunki myślenia, właściwe twórczej pracy technika. Do wyjątków należą ludzie, łączący w równym stopniu obadwa te kierunki przy wysokim uzdolnieniu w jednym i drugim. Są to nieliczni wielcy inżynierowie, jacy znaczą swoimi pracami etapy potężnego nowoczesnego rozwoju techniki. Reszta, nawet z pośród wielce zasłużonych, objawia przewagę bądź to jednego, bądź też drugiego kierunku; oni to szerzą i wznowiają odwieczny spór między teorią a praktyką.

Niemal każdy z Szan. Kolegów pamięta z czasów swoich studjów następujący zwrot, słyszany nader często „*ex cathedra*”: „*Teoretycznie* wypada naprężenie bezpieczne, grubość, wysokość i t. p. w rozpatrywanej części konstrukcyjnej tyle a tyle, *ale w praktyce* przyjmuje się inaczej z takiego a takiego powodu”. Jeżeli wykładający słabo opanowuje teorię a jest tegim konstruktorem, to rzadko pomija sposobności zdyskredytowania teorii w oczach swoich słuchaczy. Natomiast więcej wyrozumiałości objawia zwykle zapamiętały teoretyk, zdając sobie sprawę z tego, że opozycja praktyków może także wynikać z niedoskonałości teorii. Właściwie bowiem niema przeciwności między teorią a praktyką, jeżeli teoria jest dobra. Ilekroć stwierdzamy niezgodność teorii z praktyką, to czasem dlatego, ponieważ praktyka lekceważy wskazówki teorii (oczywiście ze szkodą dla odnośnego technicznego dzieła); częściej zaś z powodu niedostatków teorii. Skoro jej usuniemy i teorię należyście uzupełnimy, niezgodność znika.

Znana każdemu inżynierowi teoria zgięcia belek poddyktowała już dawno praktyce postać przekroju I (dwuteowego), jako najodpowiedniejszą do belek walcowanych lub nitowanych tak ze względu na wytrzymałość jak i sztywność. Ponieważ wytrzymałość na zginanie mierzy się wartością  $J/e$ , a sztywność wielkością  $J/E$ , przeto zwiększenie  $J$  (momentu bezwładności przekroju) przy niezmięnionej wielkości przekroju, a więc stałej ilości materiału, zwiększa wytrzymałość i sztywność. Stąd tendencja do jaknajwiększej wysokości przekroju i najszerszych stopek, względnie pasów, a najcieńszej ścianki, krótko mówiąc do skupienia materiału w możliwie znacznej odległości od osi obojętnej przekroju. Nasuwa się tedy pytanie, jak daleko można iść w ten sposób z oszczędnością materiału. W tej sprawie dawała (klasyczna) „szkolna” teoria zgięcia tylko jedną wskazówkę,

ograniczając zmniejszenie grubości ścianki względami na naprężenia ścinające. Te naprężenia są uwarunkowane siłą poprzeczną, towarzyszącą z reguły momentowi zginającemu. Obliczano zatem potrzebną grubość ścianki z warunku, aby *wyświetlenie*<sup>2)</sup> w niej nie przekraczało wartości bezpiecznej i z rachunku wypadły najczęściej grubości tak małe, że ze względów praktycznych, jak się wyrażano, zdawano je przy najmniej. Mimo to doświadczenia wykazały, że w przypadku obciążeń skupionych nawet rzekomo niepotrzebnie grube ścianki (a wraz z niemi i pasy) doznawały trwałych odkształceń przy naprężeniach rachunkowych znacznie mniejszych od uznanych za niebezpieczne. Tu wyszły na jaw braki teorii w dwóch kierunkach:

Po pierwsze, przy silnie skupionych obciążeniach występują obok normalnych naprężeń włókien poziomych i naprężeń ścinających, także dość wielkie naprężenia normalne włókien poprzecznych, które, w przypadku obciążenia górnego pasa poziomego, są widocznie ciśnieniami. Te naprężenia mogą się oczywiście przyczynić do miejscowego zwiększenia wyświetlenia materiału, do jego „przeciążenia”.

Powtóre, zwykła „szkolna” teoria zgięcia miała na oku tylko belki o przekrojach zwartych, jak np. okrągły, kwadratowy, i t. p. Jeżeli wykluczmy podłużne siły ściskające, to, przy jakichkolwiek zresztą obciążeniach zginających, są belki tego rodzaju dostatecznie sztywne, wobec czego kwestje stateczności nie wychodzą na jaw. Inaczej ma się rzecz w przypadku belek o przekrojach smukłych, jak np. wąski a wysoki prostokąt przy obciążeniu pionowym. Wtedy, od pewnego stopnia smukłości począwszy, jest taka belka za mało sztywna, aby można było polegać na obliczeniu naprężeń według klasycznej teorii zgięcia i obok zgięcia wystąpi wówczas skręcenie o nieznacznym momencie, uwarunkowane postacią przekroju i stałemi sprężystości. Zjawisko to, dające się doskonale demonstrować na węgielniczy rysowniczej lub na długim i cienkim linjale, nazywamy wybočeniami poprzecznym albo torsyjnym (skrętnym). Ono występuje wogóle tem łatwiej, im mniejsza jest sztywność zginania belki w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny obciążenia i im mniejsza jest jej sztywność skręcania. Takie warunki zachodzą właśnie u przekrojów dwuteowych żelaza walcowanego dużego kalibru a zwłaszcza u belek takiegoż przekroju, znitowanych z cienkich ścianek, kątownek i nakładek. Ale nie koniec na tem.

Obok wyboczenia torsyjnego całej belki mogą przy dostatecznej smukłości ścianki lub pasów (stopek) zająć przypadki miejscowej niestateczności, czyli wyboczenie miejscowe tych części składowych. Ścianka np. zachowuje się wówczas jak płyta prostokątna o brzegach ustalonych w pasach i żebrach belki, a narażona na siły leżące w jej płaszczyźnie i rozmieszczone wzdłuż brzegów w określony sposób. Stopka zaś, względnie pas, zachowuje się jak płyta o jednym brzegu utwierdzonym a przeciwnym swobodnym, ściskana siłami rozmieszczonemi równomiernie na dwu pozostałych brzegach podpartych.

Liczne wynikające stąd zagadnienia należało rozwiązać przynajmniej w przybliżeniu, aby odpowiedzieć na postawione powyżej pytanie ogólne i pogodzić teorię z praktyką, z korzyścią dla postępu techniki, przejawiającego się, jak wiadomo, przedewszystkiem w gospodarczej wartości jej dzieł. To było celem przytoczonej na wstępie pracy.

Z pośród zagadnień szczegółowych, w niej rozpatrywanych, pozwolę sobie wybrać jedno, jako szczególnie na-

<sup>1)</sup> Odczyt, wygłoszony 29 października 1922 r. na dorocznym zebraniu Warszawskiego Towarzystwa Politechnicznego; odczyt ten obejmował zarazem i referat pracy prelegenta przedstawionej W. T. P-emu p. t. „*Studja nad belkami o przekroju I*”, który w niniejszej publikacji pominięto, ponieważ, „*Studja*” te ukażą się w 4-tym zeszytzie „*Sprawozdań i prac W. T. P-ego*”.

<sup>2)</sup> Wyraz „*wyświetlenie*” odpowiada niemieckiemu „*die Ansträngung*” i oznacza wogóle wielkość mierzącą stopień niebezpieczeństwa osiągnięcia granicy plastyczności, lub też niebezpieczeństwa pęknięcia.

dające się do wykazania, że rozdzwięk między teorią a praktyką w naukach technicznych jest tylko pozorny. Mam na myśli pewien przypadek poprzecznego wybożenia.

Nadmienię tutaj, że zjawisko *poprzecznego* czyli *torsyjnego* wybożenia było najpierw przedmiotem jednoczesnych badań L. Prandtl'a i A. G. M. Michell'a (1899). Stosując teorię do belek I, obaj autorowie pominęli (świadomie) korzystny wpływ zgięcia poprzecznego stopek na opór przeciw skręcaniu. Uwzględnił go dopiero S. P. Timoszenko w pracy „O stateczności płaskiej postaci zgięcia belek dwuteowych“, 1905.

Rozpatrując przypadek torsyjnego wybożenia cienkiej deski lub wstęgi żelanej pod wpływem czystego zginania w jej płaszczyźnie i jednoczesnego osiowego ściskania, załatwiamy tem samym przypadek mimośrodkowego ściskania, jeżeli mimośrodek leży w podłużnej osi prostokątnego przekroju. Otóż obliczenie teoretyczne poucza, że nawet mały mimośrodek o tym kierunku zmniejsza wyraźnie wartość obciążenia krytycznego w stosunku do wartości Eulerowskiej  $P_E$ . Tego wyniku nie przewidywali niektórzy eksperymentatorzy przy badaniu sprężystego wybożenia cienkich stalowych wstęg i, wskutek tego, dbali tylko o to, aby możliwie starannie ześrodkować działanie siły w kierunku grubości wstęgi, jako małej wobec jej szerokości. Ci badacze traktowali mimośrodek obciążenia o kierunku szerokości wstęgi tak, jakby on był bez wpływu na wartość krytyczną obciążenia. A ponieważ celem ich doświadczeń było sprawdzenie wzoru Eulera, więc skoro stwierdzili dostrzegalne wygięcie wstęgi już przy obciążeniu znacznie mniejszem od wartości Eulerowskiej  $P_E$  i to wygięcie rosnące dalej z obciążeniem, wywnioskowali stąd „nie dokładność“ tego klasycznego wzoru i szukali nawet lepszego. Typowym przypadkiem takiego błędnego rozumowania jest praca wiedeńskiego profesora B. Kirscha ogłoszona w r. 1904 w „Mit. des k. k. technol. Gewerbemuseums in Wien“. Zachowałem dobrane w pamięci kłopot, jaki miałem z poszukiwaniem źródła błędów doświadczeń Kirscha, choć łatwo można było wykazać błąd w jego rozumowaniu teoretycznym („O wytrz. słupów“, Przegląd Techn., 1907). Dopiero bowiem z teorii wybożenia torsyjnego wynika zależność wartości krytycznej obciążenia od mimośrodu podłużnego, który ignorowała zwykła teoria zgięcia.

Obok powyższego przykładu łatwo przytoczyć bardzo wiele innych, dla zilustrowania wzajemnego oddziaływania teorii i praktyki w naukach technicznych. Przy tem oddziaływaniu bądź to postęp teorii wpływa dodatnio na praktykę, ulepszając konstrukcję i pozwalając na lepsze wyzyskanie bogactw przyrody do celów człowieka, bądź też nowe udatne pomysły konstrukcyjne dają impuls do rozwoju teorii, który można zwykle spożytkować korzystnie i w innych dziedzinach praktyki.

Tak np. rozwój statyki konstrukcji budowlanych i inżynierskich powołał do życia owe wzbudające podziw śmiałością, a przytem ekonomiczne konstrukcje żelaznych lub żelbetowych mostów i hal o wielkiej rozpiętości, podczas gdy konstrukcyjny pomysł Vicrendel'a belek bezprzekątniowych dodał teoretykom bodźca do możliwego uproszczenia zawilej teorii takich belek i zastosowania jej do złożonych słupów i t. p.

Wydoskonalonej od dawna dynamicznej teorii bąka, wzgl. girostatu zawdzięcza swe powstanie pomysł konstrukcyjny nowoczesnego kompasu girostacyjnego, kolei girostacyjnej jednoszynowej Brennana i Scherla, na konstrukcję zaś turbiny Laval'a zareagowali natychmiast teoretycy opracowaniem doniosłej praktycznie teorii giętkich wirujących wałów.

Korzystną harmonję wzajemnego oddziaływania teorii i praktyki zakłóca niestety jedna okoliczność. Oto praktycy mają zwykle uznanie tylko dla teorii bardzo prostej. Nie zadowolają się gotowymi wynikami teorii zawilszej, choćby one były wcale proste i wygodne w zastosowaniu, jeżeli tych wyników dostarczy im ktoś, że się tak wyrażę, nie z ich „cechu“. Domagają się uzasadnienia środkami elementarnymi, do jakich nawykli, a skoro to się nie da zrobić, to raczej dorobią sami jakąś pseudoteorię, piętując najbardziej awanturnicze hipotezy, byleby ta „teoria“ prowadziła do elementarnych rachunków i rozumowań. W hydraulicce, aerodynamice lotniczej, teorii parcia ziemi, roiło się i roi teraz jeszcze od pomysłów tego rodzaju. Tutaj przytoczę przykład z innej

dziedziny, w której sam niedawno pracowałem. Mam na myśli obliczenie płyt dokoła podpartych, narażonych na zgięcie siłami prostopadłymi do ich powierzchni.

Od czasów Navier'a wiadomo, że obliczony z teorii niebezpieczny moment zgięcia w płycie kwadratowej, dokoła podpartej i obciążonej równomiernie, jest prawie dokładnie 3 razy mniejszy  $\left(\frac{1}{24} q l^2\right)$  od takiegoż momentu w belce, wyciętej z tej płyty i podpartej na obu końcach  $\left(\frac{1}{8} q l^2\right)$ .

Ten wynik przyjęły już dawno urzędowe przepisy żelbetowe we Francji dzięki decydującemu głosowi inżynierów o głębszem teoretycznym wykształceniu. Natomiast przepisy pruskie, inspirowane widocznie przez praktyków, pozwalały do r. 1907 co najwyżej na przyjęcie  $\frac{2}{3}$  z momentu dla belki prostej (t. j.  $\frac{1}{12} q l^2$ ) i dopiero w r. 1915 zdecydowały się na zmniejszenie do połowy wartości tego momentu (t. j.  $\frac{1}{16} q l^2$ ), a więc i tak jeszcze o 50% więcej od teore-

tycznej wartości, podrażając przez to zupełnie niepotrzebnie konstrukcję przynajmniej o 25%. Nie troszczono się w Prusiech zupełnie o to, że doświadczenia laboratoryjne i praktyka budowlana we Francji potwierdziły wyniki klasycznej teorii płyt — teorii, co prawda wielce zawilej w porównaniu do nadzwyczajnej prostoty zwykłej teorii belek i wskutek tego nie wchodzącej do niedawna w zakres normalnych kursów „Wytrzymałości materiałów“, wykładanych w politechnikach. Przyczyniła się do tego przewaga praktyków nad teoretykami w politechnikach środkowej Europy z końcem ubiegłego i na początku bieżącego stulecia, która niewątpliwie obniżyła czasowo wysoki poziom naukowy np. politechnik niemieckich z czasów Grashofa i Winklera. Ale od pewnego czasu podnosi się ten poziom na nowo, zdążając do harmonji między teorią a praktyką. Świadczy o tem między innymi i to, że wielkie firmy przemysłowe zatrudniają tegich inżynierów-teoretyków dla doradczego opracowania zagadnień, wyłaniających się z praktyki fabrycznej. Dzieje się to już nawet i w Ameryce, gdzie do niedawna była teoria traktowana bardzo lekko. Skutki tego traktowania widzieliśmy jeszcze nie tak dawno na katastrofach, wywołanych np. błędną konstrukcją prętów ściskanych w wielkich mostach (pod Quebec), której bezwarunkowo nie dopuściliby inżynierowie europejscy lepiej teoretycznie wykształceni.

Niebezpieczną dążność do prostoty teorii za każdą cenę okupują wybitni praktycy zamiłowaniem do doświadczeń, kładąc często wielkie zasługi w tym kierunku, jak np. znany autorytet (do niedawna) niemieckiej techniki C. Bach. Ale ten niestrudzony i nader sumienny eksperymentator nie zawsze był szczęśliwym w interpretowaniu wyników swych doświadczeń, a to właśnie dlatego, ponieważ ignorował teorię trudniejszą. Klasycznym przykładem jest opinia Bacha o teorii ściskania kul i wałców, datującej się od fundamentalnej pracy H. Hertza z r. 1881. Kiedy z porównania dat doświadczalnych z wzorem teoretycznym Hertza wypadły mu wartości naprężeń bezpiecznych w miejscu najbardziej wyteżonym kilkakrotnie większe od takichże wartości przy prostem rozciąganiu lub ściskaniu pręta z tego samego materiału, to, zamiast szukać objaśnienia takiej rażącej anomalji przez rewizję podstaw teorii wytrzymałości — drogą jedynie racjonalną — odrzuca po prostu wzory dokładne, zastępując je przybliżeniami, zbudowanymi tak, aby wartości naprężeń bezpiecznych wypadły równe. Tymczasem trudno o lepszy praktyczny przykład do wykazania błędności hipotezy największego wydłużenia jako miary wyteżenia materiału, hipotezy, którą Bach (a za nim większość praktyków) stosował częstokroć nawet wówczas, gdy pojawiły się nowsze teorie wytrzymałości, ugruntowane bez porównania lepiej na doświadczeniu.

Ale jakkolwiek doświadczenie jest prąródłem wszelkiej wiedzy przyrodniczej, a więc i spożytkowującej ją nauk technicznych, to jednak tylko umysł wyszkolony na naukowych teoriach i traktujący je krytycznie a nie dogmatycznie, może w sposób pewny i jasny interpretować wyniki doświadczeń. Dla takiego umysłu nie ma przeciwieństwa między dobrą teorią a praktyką. Umiejętność odróżnienia złej teorii od dobrej jest jednym z najważniejszych celów wykształcenia



młodych inżynierów. My starsi, skupieni w W. T. P., mamy doskonałą sposobność do ćwiczenia się w tej umiejętności przez dyskusje nad referatami prac członków. Oby te prace były

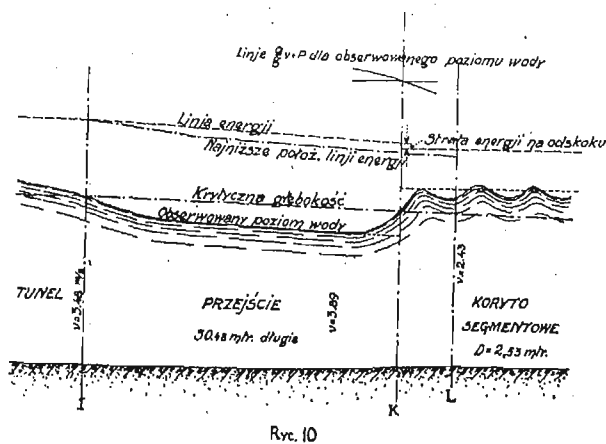
coraz liczniejsze i przyczyniły się do podniesienia ogólnego poziomu naukowego polskiej techniki dla dobra całej Rzeczypospolitej.

## O RUCHU BURZLIWYM PODKRYTYCZNYM

(The hydraulic Jump and critical depth in the Desing of Hydraulic Structures by Julian Hinds, Eng. Nevs-Record. Vol. 65. Nr. 22).

Dokończenie. Podał dr. K. Pomianowski, prof. Politechniki.

Najczęściej zdarza się wypadek przejścia z jednego stanu nadkrytycznego w drugi nadkrytyczny, z mniejszą prędkością. Daje to powód do powstania różnych nieregularności w ruchu wody. Jest zwyczaj, iż przy obliczeniu przejścia uwzględnia się odzyskanie małej tylko części straconego spadku na wytworzenie prędkości, oraz wprowadza współczynnik oporu dość duży, aby uwzględnić nieznaną niedokładności w wykonaniu koryta, oraz jego zamulenie. Z takiego założenia wynika często nadmiar spadku, a zatem i energii, co może dać powód do obniżenia się poziomu wody i przejścia przez głębokość krytyczną. Jeśli linja min. energii leży dostatecznie nisko poniżej rzeczywistej linii energii, nadmiar spadku objawi się obniżeniem zwierciadła wody i zostanie zniszczony zwiększonymi oporami tarcia, wywołanymi zwiększoną prędkością. Jeśli jednak linja min.



Ryc. 10

energii leży wysoko, tak, iż rzeczywista linja energii może do niej sięgnąć, nie da się uniknąć przejścia przez głębokość krytyczną, do stanu podkrytycznego, a następnie powstania odskoku. Rzeczywisty taki wypadek podaje rys. 10. Przejście z tunelu 1,86 m średnicy w koryto 2,5 m szerokie wykonano na długości 30,5 m. Gdyby głębokość krytyczna w tunelu i na przejściu leżała dostatecznie nisko, zwierciadło wody obniżyłoby się około punktu J, a spadek jednostkowy, t. j. nachylenie linii energii do poziomu byłby zgodny z nachyleniem poniżej punktu J. Ale wysokie położenie linii min. energii graniczą wielkość obniżenia się poziomu wody. W punkcie J powstaje głębokość krytyczna, jako przejście do stanu podkrytycznego, oraz powrót do stanu nadkrytycznego, zapomocą odskoku, który powstaje w punkcie K. Rysunek podaje zdjęcie z natury położenia odskoku, jak również wykreślne obliczenie jego położenia. Zgodność obliczenia ze stanem rzeczywistym jest zadziwiająca.

Gdyby zwierciadło wody w przekroju L leżało znacznie wyżej od projektowanego, tak, iż linja energii w tym przekroju leżałaby ponad poziomem linii min. energii w punkcie J, powstanie głębokości krytycznej w przekroju J jak również odskoku w K byłoby wykluczone, i dałoby się w ten sposób uniknąć. Zaznaczyć trzeba, że prędkości wzrastają od J do przekroju bliskiego K, aby następnie na odskoku od razu się zmniejszyły. Właściwe przejście leży zatem nie na przestrzeni J—K, jak to projekt przewidywał, lecz na bardzo krótkiej przestrzeni K—L. W pewnych warunkach przejście to może nastąpić poza punktem L, t. j. za początkiem koryta. Nieregularności w ruchu, wynikłe z powodu powstania odskoku, mogą być dla koryta szkodliwe, tak, iż zalecałoby się w tym wypadku przeprojektowanie przejścia takie, aby odskok nie nastąpił.

Głębokość krytyczna da się obliczyć z konstrukcji krzywej energii lub ilości ruchu, da się jednak i wprost obliczyć z równania:  $\frac{A^3}{T} = \frac{Q^2}{g}$ , gdzie A oznacza pole przekroju, T szerokość koryta w zwierciadle wody. Jeśli uwzględ-

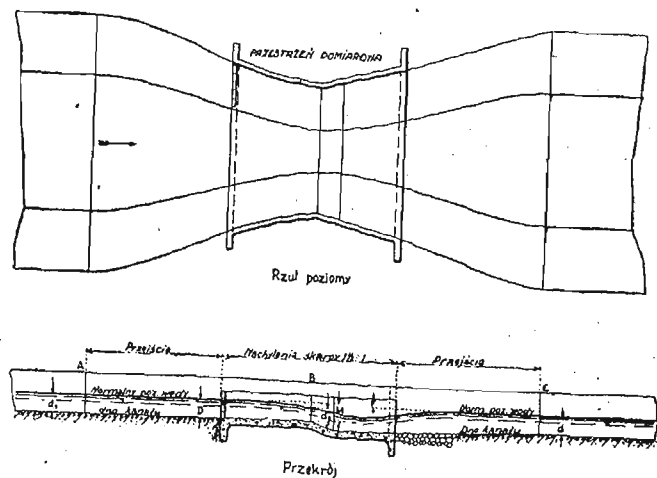
nimy że  $H = d + h_v$ , zaś powierzchnia A jest jakąś funkcją głębokości:  $A = f(d)$ , równanie powyższe da się udowodnić jak następuje:  $H = d + h_v = d + \frac{v^2}{2g} = d + \frac{1}{a^2} \cdot \frac{Q^2}{2g} = d + \frac{1}{f^2(d)} \cdot \frac{Q^2}{2g}$ . różniczkując zaś:  $\frac{dH}{dd} = 1 - \frac{f'(d)}{f^3(d)} \cdot \frac{Q^2}{g}$ , gdzie  $f^3(d) = a^3$ , zaś  $f'(d)$ , t. j. pierwsza pochodna z powierzchni względem głębokości d będzie T, t. j. szerokość koryta w zwierciadle wody. H jest więc najmniejsze jeśli  $\frac{dH}{dd} = 0$

czyli podówczas, gdy  $\frac{a^3}{T} = \frac{Q^2}{g}$ . Kładąc  $AQ = A \cdot v$ , otrzymamy inny kształt wzoru:  $\frac{a}{2T} = \frac{v^2}{2g} = h_v$ . W przekroju prostokątnym o szerokości b pole przekroju  $A = b \cdot d$ , zaś  $T = b$ , skąd:  $\frac{Q^2}{g} = b^2 d_c^3$ , zaś  $d_c = \left(\frac{Q^2}{g \cdot b^2}\right)^{1/3}$ . Równanie to prowadzi do znanego wzoru:  $h_{vc} = 1^{1/2} d_c$ .

W przekroju trójkątnym, gdzie  $T : d = X$ , równania powyższe prowadzą do wzorów:  $\frac{Q^2}{g} = \frac{d_c^5 x^2}{8}$ ;  $h_{vc} = \frac{1}{4} d_c$ .

Metody powyżej podane znalazły szerokie zastosowanie przy robotach wodnych w Stanach Zjedn. Jedno z takich zastosowań podaje Eng. Rec. Vol. 85 Nr. 26 Dec. 23 1920 i Sept. 21 1920, a mianowicie pomiar objętości przepływu w korycie sztucznego kanału.

Kanał, o pewnym stałym przekroju, jest na pewnej długości zwężony, i na tejże długości dany znacznie większy spadek niż normalny. Spadek w przestrzeni zwężonej musi być tak duży, aby na zwężeniu wywołał i stale utrzymał ruch



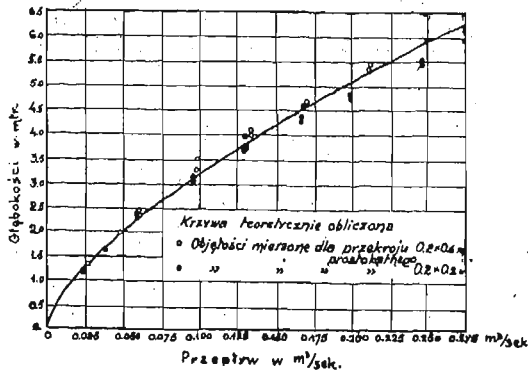
Rys. 11.

podkrytyczny. W myśl poprzednio wyluszczonej zasady, w punkcie B (rys. 11), musi powstać głębokość krytyczna. Wodoskaz tu postawiony pozwoliłby odczytywać każdorazową objętość przepływu, gdyż przy stałym przekroju, każdej objętości odpowiada jedna tylko, ściśle określona, głębokość krytyczna. Ponieważ jednak poziom wody w punkcie B jest bardzo niestały, ustawiamy wodoskaz powyżej punktu B, w punkcie A. Odczytując tu głębokość  $d_a$  możemy obliczyć objętość przepływu wzorem Venturi, gdyż strata spadku h jest w znanej zależności od głębokości  $d_1$ . Najłatwiej to uskutecznić obliczwszy tabele następujące:

1) Dla różnych głębokości  $d_2$  w punkcie B obliczyć objętości przepływu, przyjmując głębokość  $d_2$  jaką krytyczną, a zatem z wzoru  $Q = \sqrt{\frac{A^3 g}{T}}$ .

2) Dodać straty spadów na przestrzeni A—B i znaleźć położenie linii energii w A.

3) Próbami oznaczyć w A takie głębokości  $d_1$ , które odpowiadają danemu położeniu linii energii oraz objętości przepływającej przez B.



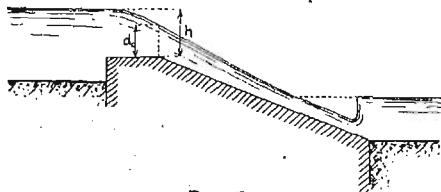
Ryc. 15.

Rys. 12.

4) Wykreślić krzywe związku pomiędzy  $d_1$  i objętością  $Q_1$  (rys. 12).

Wykresy obliczone teoretycznie dawały doskonałą zgodność pomiarami wody w naturze, metoda ta więc jest ziewątpliwie doskonałą.

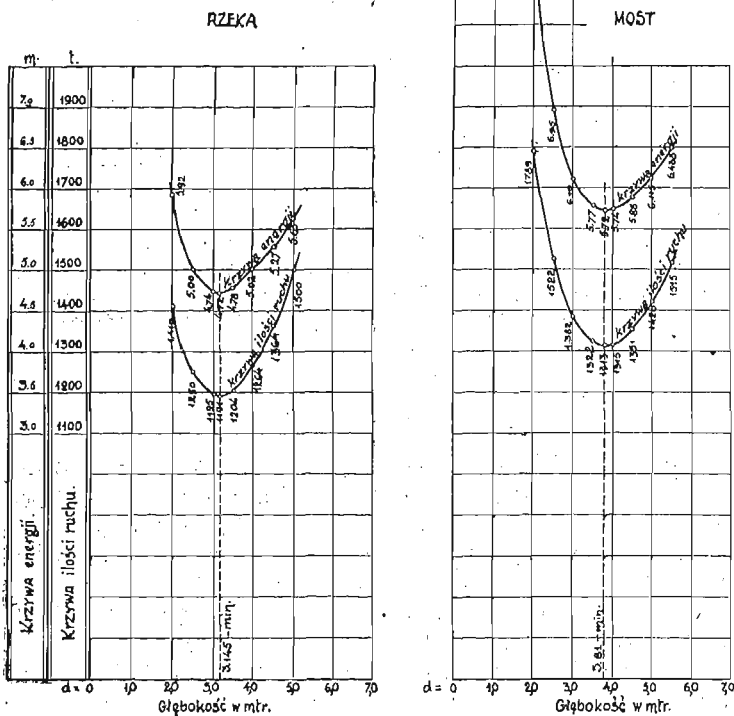
Zasady powyżej wyłuszczone pozwalają bez zarzutu rozwiązać dwa zagadnienia z budownictwa wodnego, traktowane dotychczas w sposób empiryczny i bardzo niekompletny. Są nimi: obliczenie przejazdu tratw, oraz kwestja tak,



Ryc. 13.

wane dotychczas w sposób empiryczny i bardzo niekompletny. Są nimi: obliczenie przejazdu tratw, oraz kwestja tak,

KRZYWE ENERGJI I ILOŚCI RUCHU



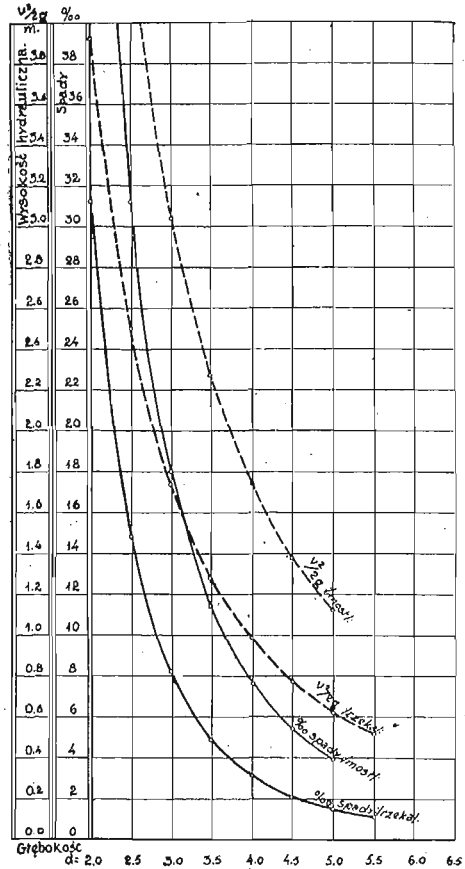
Ryc. 14.

ważna w wodnym budownictwie jak piętrzenia na mostach oraz jazach, otwieranych do samego dna rzeki.

Przejazd (rys. 13) jest prostokątnym korytem, dla którego głębokość krytyczna wynosi  $2/3 h$ . W punkcie K musi powstać głębokość krytyczna; objętość płynąca przejazdem

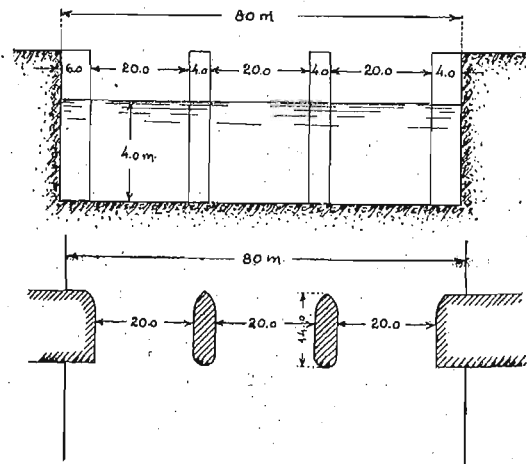
obliczyć można zatem z wzoru:  $Q = V \cdot 385 b \sqrt{2gh}$ , głębokości wody zaś poniżej punktu K wzorami na ruch zmienny. Jeśli odskok powstaje w obrębie koryta, co z reguły się zdarza, położenie odskoku obliczyć można w sposób podany na rys. 10. Obliczenie jest tak proste, że nie wymaga dalszych objaśnień.

KRZYWE SPADU I WYSOKOŚCI = HYDRAULICZNYCH dla różnych głębokości - "d"



Ryc. 15.

Bardziej zawiłą jest sprawa wyznaczenia piętrzenia na mostach. Rozróżniamy tu dwa wypadki: 1) prędkości są małe przed mostem jako też pod mostem, czyli światło mostu duże, linja energii w rzece mostem nie spiętrzonej leży ponad linją min. energii w przekroju mostowym. Wówczas w rzece jako też pod mostem mamy prędkości nadkrytyczne, niema przejścia przez głębokość krytyczną, niema odskoku, wysokość piętrzenia obliczyć można z równania Bernoulli'ego, jako różnicę wysokości hydraulicznych powyżej i pod



Ryc. 16

mostem, zwiększonej o wzrost straty spadów w obrębie mostu.

2) Most znacznie zwęża koryto, linja min. energii w obrębie mostu leży nad linją energii w wolnym przekroju rzeki, wskutek czego w profilu mostowym zwierciadło wody musi się obniżyć do głębokości krytycznej. (rys. 17), poniżej zaś mostu musi powstać odskok.

Wypadek ten w praktyce częsty, z powodu wysokiego piętrzenia i dużych prędkości w obrębie a zwłaszcza poniżej

mostu dla techniki bardzo ważny, da się metodą powyżej przedstawioną dokładnie zbadać. Obliczyć można nie tylko wysokość piętrzenia wywołanego mostem, ale i wykreślić cały przekrój podłużny zwierciadła wody.

Głębokość krytyczna powstaje tam, gdzie się kończą równoległe ściany filaru. Dla tego miejsca obliczona rzędna energii, zwiększona ostrą spad w obrębie mostu, da rzędną linii energii powyżej mostu. Tej rzędnej zaś odpowiada w przekroju rzeki pewna rzędna głębokości wody, t. j. pewien poziom zwierciadła wody ponad dnem. Różnica pomiędzy tak obliczonym poziomem wody, a poziomem pierwotnym, jest wysokością piętrzenia, wywołanego przez most. Wysokość odszkoku znaleźć można, wychodząc z tej zasady, iż ilość ruchu w przekroju niepiętrzonej rzeki, przy ruchu nadkrytycznym, musi się równać ilości ruchu w tymże przekroju przy stanie podkrytycznym. Różnica w głębokości wody dla obu mostów jest wysokością odszkoku. Znając wysokość odszkoku oraz położenie tego punktu, w którym zwierciadło wody przechodzi przez głębokość krytyczną, cały dalszy przebieg linii zwierciadła wody można obliczyć ruchem zmiennym, obliczając spadki linii energii, a następnie określając głębokości, jakie poszczególnym rzędnym linii energii odpowiadają.

Sposób obliczenia najłatwiej objaśnić będzie można na przykładzie (rys. 14—17). Przyjmując dla uproszczenia przekrój rzeki jako prostokąt o pionowych brzegach, 4-ch m głębokości wody, 80-ciu m szerokości w zwierciadle. Most, czy też otwarty jaz Stoneyowski, posiada dwa przyczółki wchodzące obustronnie na 6 m w rzekę, oraz dwa pośrednie filary, po 4 m szerokie. Wolne światło wynosi więc 60 m i jest o 20 m mniejsze od szerokości wolnego przekroju rzeki. Rzeką płynie 1400 m<sup>3</sup>/sek. wielkiej wody, co odpowiada spadowi 3,1‰ dna, licząc formułą Manning'a, dla współczynnika Kuttera 0,030.

Obliczam teraz głębokość krytyczną pod mostem w rzece wzorem:  $d_c = \frac{Q^{2/3}}{g^{1/3}} \cdot \frac{1}{T^{2/3}}$ , skąd otrzymuję, że w rzece  $d_{cr} = \frac{1400^{2/3}}{9,81^{1/3}} \cdot \frac{1}{80^{2/3}} = 3,145$  m, pod mostem zaś  $d_{cm} = \frac{1400^{2/3}}{9,81^{1/3}} \cdot \frac{1}{60^{2/3}} = 3,81$  m. Następnie dla różnych głębokości liczę rzędne linii energii oraz ilości ruchu w przekroju mostowym oraz w wolnym przekroju rzeki. Rezultaty obliczenia podam w poniższym zestawieniu.

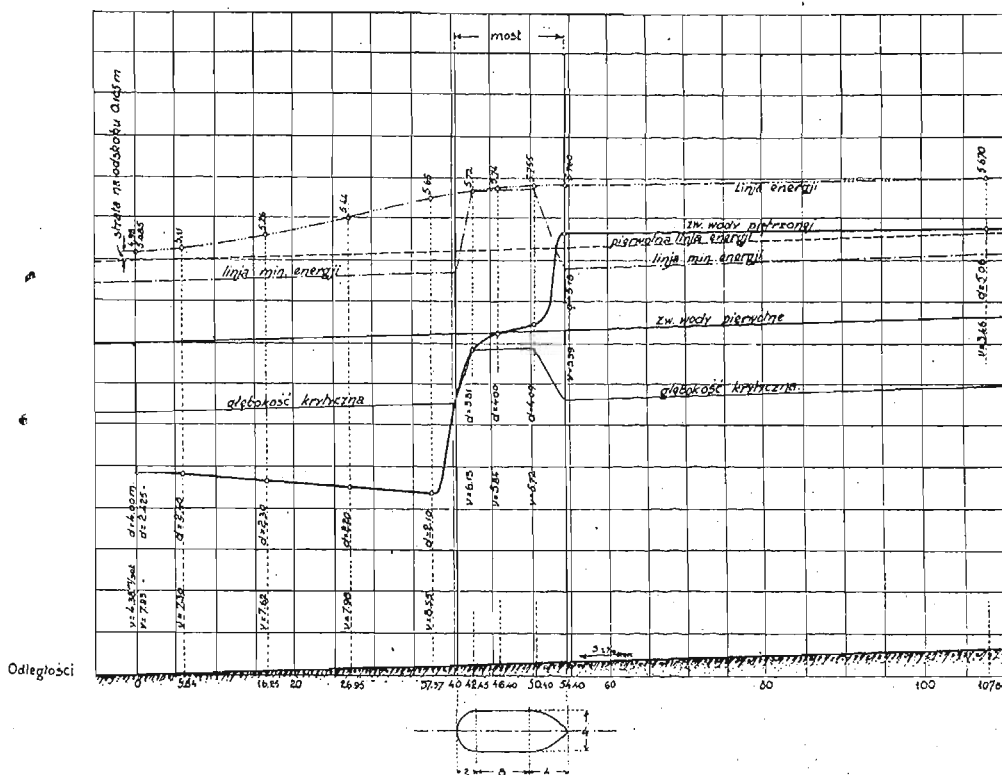
RZĘDNE RZEKA MOST

RZĘDNE RZEKA				MOST			
głębok.	energji	ilości ruchu	Spad sf	głęb.	energji	ilości ruchu	Spad sf
1,8 m	6,620 m	—	44,20‰	2,0 m	8,92 m	1789 t	62,00‰
2,0 "	5,921 "	1410 t	31,20 "	2,5 "	6,95 "	1522 "	31,20 "
2,1 "	5,650 "	—	25,00 "	3,0 "	6,10 "	1382 "	18,00 "
2,2 "	5,440 "	—	21,50 "	3,5 "	5,77 "	1322 "	11,40 "
2,3 "	5,260 "	—	18,60 "	3,81 "	5,72 "	1313 "	8,70 "
2,4 "	5,110 "	1272 "	16,18 "	4,0 "	5,74 "	1315 "	7,62 "
2,45 "	5,060 "	—	15,15 "	4,08 "	5,75 "	—	7,15 "
2,5 "	5,000 "	1250 "	14,05 "	4,10 "	5,76 "	—	7,10 "
3,0 "	4,740 "	1264 "	8,10 "	4,18 "	5,75 "	—	6,15 "
3,145 "	4,720 "	1191 "	—	4,5 "	5,88 "	1351 "	5,40 "
3,5 "	4,780 "	1204 "	4,90 "	5,0 "	6,115 "	1420 "	3,95 "
4,0 "	4,980 "	1264 "	3,10 "	5,5 "	6,488 "	1515 "	—
4,5 "	5,270 "	1364 "	2,10 "				
5,0 "	5,622 "	—	1,52 "				
5,1 "	5,700 "	—	1,42 "				
5,2 "	5,779 "	—	1,34 "				
5,5 "	5,018 "	—	1,07 "				

Dla głębokości 4,0 m w rzece, rzędna energii jest 4,98 m, rzędna zaś min. energii pod mostem 5,72 m. Po-

nieważ rzędna min. energii pod mostem jest o 0,74 m wyższa niż rzędna energii w rzece niepiętrzonej, pod mostem musi powstać głębokość krytyczna, a konsekwentnie poniżej mostu odskok. Przed mostem rzędna energii musi być 5,72 m więcej spad w obrębie mostu, po obliczeniu szczegółem 5,76 m tej rzędnej energii odpowiada w rzece głębokość 5,18 m. Piętrzenie wywołane przez most wynosi zatem 1,18 m. Głębokości 4,0 m w rzece odpowiada ilość ruchu

Ryc. 17



1264 t, przy stanie nadkrytycznym. Ta sama ilość ruchu przy stanie podkrytycznym odpowiada głębokości 2,425 m; wysokość odszkoku wynosi więc 1,575 m. Ponieważ odpowiednie rzędne energii są 4,980 m i 5,085 m, strata w energii na odszkoku wynosi 0,105 m.

Chcąc otrzymać cały przekrój podłużny zwierciadła wody, należy zacząć obliczenie ruchem zmiennym od odszkoku, w górę. Gdy obliczona rzędna linii energii zbliża się co do swej wartości do rzędnej energii pod mostem w punkcie krytycznym, próbami trzeba znaleźć odległość między ostatnim licznym punktem, a punktem głębokości krytycznej, przy czem trzeba założyć długość, na jakiej kontrakcja wody wywołana filarem się gubi. Z doświadczeń nad wpływem różnego kształtu przeszkód w strumieniu powietrza wynika, iż odległość ta wynosi, w zależności zresztą od prędkości do 5-ciofoldnej wartości odchylenia strugi, t. j. w danym wypadku przy 4,0 m grubych filarach i odchyłce strugi 2,0 m, około 10-ciu m. W poniżej podanym obliczeniu przyjęto długość tę trochę za małą, mianowicie 5,0 m, co jednak na rezultat rachunku wpływa w stopniu tak małym, iż ewentualny stąd powstały błąd można pominąć.

Tabelarycznie zestawione obliczenie podano w poniższym zestawieniu, wykres zaś na rys. 17.

Wykres przedstawia ten kształt strugi wody, jaki Rehbock otrzymał w Karlsruhe w doświadczeniach laboratoryjnych. Jama, jaka się tworzy poniżej mostu, między mostem a odskokiem, napelnia się przy średnich prędkościach wodą, którą struga płynąca przy spodem porywa i przerzuca, tworząc wir powierzchni. Znaczna część pracy wody zostaje zużyta na tym wirze i spad linii energii zgodnie z doświadczeniem Rehbocka będzie stromszy niż spad obliczony, zaś odskok ku mostowi się zbliży. Na wypadek gdy wiru nie ma, lub został przy dużych prędkościach przez wodę wyniesiony, powstanie kształt zgodny z obliczeniem. Z wykresu widać, jak wielka przestrzeń rzeki poniżej piętrzenia jest narazona na niszczący wpływ powstałych dużych prędkości wody. Jeśli dno rzeki jest ruchome, prąd wody wymywa jamę, w której idąc spodem powiększa jeszcze ów wyżej wzmiankowany wir poziomy.

№	ponad dnem głębok. $d$	Rzędna linii energii $d+h_0$	Różnica rzędnych energii	$s_f$ spad linii energii na punkcie w ‰	$s_f$ spad średni między punktami w ‰	$s_f - s_g$ spad średni pomniejszony o 3,19‰	Odległość między punktami	Odległość od odskoku	Rzędne ponad poziomem dna w punkcie odskoku			UWAGA
									dna	linii energii	zwierc. wody	
0	4,000 m	4,980		3,10‰				0	0	4,980 m	4,00 m	rzeka ↑ most ↓ rzeka
0	2,425 „	5,085	0,105	15,66 „				0	0	5,085 „	2,425 „	
1	2,400 „	5,110	0,075	16,18 „	15,92‰	12,82‰	5,84 m	5,84 m	0,019 m	5,129 „	2,419 „	
2	2,300 „	5,260	0,150	18,60 „	17,39 „	14,29 „	10,51 „	16,35 „	0,051 „	5,311 „	2,351 „	
3	2,200 „	5,440	0,180	21,50 „	20,05 „	16,95 „	10,60 „	26,95 „	0,084 „	5,524 „	2,284 „	
4	2,100 „	5,650	0,210	25,00 „	23,25 „	20,15 „	10,42 „	37,37 „	0,116 „	5,766 „	2,216 „	
5	3,810 „	5,720	0,070	8,70 „	16,85 „	13,75 „	5,08 „	42,45 „	0,131 „	5,851 „	3,941 „	
6	4,000 „	5,740	0,020	7,62 „	8,16 „	5,06 „	3,95 „	46,40 „	0,144 „	5,884 „	4,144 „	
7	4,090 „	5,755	0,015	7,12 „	7,37 „	4,27 „	4,00 „	50,40 „	0,156 „	5,911 „	4,246 „	
8	5,180 „	5,760	0,005	1,34 „	4,23 „	1,13 „	4,00 „	54,40 „	0,169 „	5,929 „	5,349 „	
9	5,060 „	5,670	-0,090	1,49 „	1,415 „	-1,685 „	53,40 „	107,80 „	0,334 „	6,004 „	5,394 „	

We wzorach powyżej podanych nie był uwzględniony współczynnik  $\alpha$  przy obliczeniu wysokości hydraulicznej. Jeśli ten współczynnik wprowadzimy z wartością przybliżoną:  $\alpha = 1,113$ , głębokość krytyczna otrzyma wartość większą, a mianowicie trzeba mnożyć wynik poprzedni współczynnikiem  $\sqrt{1,113} = 1,036$ . Głębokość wzrasta więc o 3,6%. W poprzednim przykładzie obliczenia piętrzenia na moście, głębokość krytyczna wzrosła z 3,81 m na 3,958 m, rzędna energii z 5,74 m na 5,92 m; doliczając zaś spad w obrębie mostu, otrzymamy rzędne energii powyżej mostu na 5,96 m zamiast 5,76 m. Odpowiadająca rzędna głębokości wody będzie 5,355 m zamiast 5,18 m. Wprowadzenie współczynnika  $\alpha$  podnosi piętrzenie na moście o 0,175 m, co dowodzi, iż nie powinno się go w obliczeniach pomijać. Piętrzenie na moście wynosi więc w rzeczywistości 1,355, wysokość zaś hydrauliczna odpowiadająca prędkości przed mostem  $h_0 = 0,605$  m.

Kładąc we wzorze na przelew zatopiony  $\mu_1 = \mu_2 = \mu$ , otrzymamy współczynnik  $\mu = 0,736$ .

Jeśli przypuścimy, iż przy tej samej głębokości normalnej 4,0 m w korycie płynie nie 1400 m<sup>3</sup>/sek, lecz 1200 m<sup>3</sup>/sek. w odpowiednio mniejszym spadzie dna, otrzymamy rzędna min. energii pod mostem 5,45 m, odpowiadającą zaś głębokości 4,0 m, w rzece niepiętrzonej, rzędna energii 4,492 m. Ponieważ rzędna min. energii pod mostem jest o 0,955 m wyższa od rzędnej energii w rzece, musi w obrębie mostu nastąpić przejście przez głębokość krytyczną i odskok. Ponieważ spad zw. wody w obrębie mostu wynosi około 12 mm, rzędna energii w rzece powyżej mostu będzie 5,462 m, co odpowiada głębokości 4,942 m. Piętrzenie, wywołane mostem, wynosi więc 0,94 m, wysokość hydrauliczna 0,521 m, współczynnik zaś  $\mu$  we wzorze na przelew zatopiony wypada:  $\mu = 0,784$ . Wynika stąd, iż współczynnik ten nigdy nie może być przyjęty jako stały, lecz jest zależny od prędkości pod mostem i powyżej mostu, a zatem od spadu rzeki i rozmiaru zwężenia przekroju, co zresztą doświadczenia laboratoryjne stwierdzają.

## PYL WĘGLOWY, JAKO PALIWO DO PAROWOZÓW.

Podał Czesław Mikulski, inż. techn.

(Dokończenie do strony 359, w № 47 r. b.)

### Właściwości pyłu węglowego i zasilanie nim palenisk.

Kwestja zasilania paleniska pyłem nie ma jeszcze rozwiązania zupełnie zadowalniającego, zwłaszcza dla kotłów parowozowych. Co do kotłów stałych istnieje obecnie kilka sposobów zasilania, działających dość sprawnie, a stosujących powietrze sprężone, bądź rozrzedzone, w pomysłowy sposób. Są to, m. in., patentowane sposoby Holbeck'a oraz Quigley'a. Nie nadają się jednak one do parowozów. Do tych ostatnich więc może być zastosowany jedynie najstarszy ze sposobów zasilania, t. zw. Fuller-Lopulco<sup>1)</sup>, nadający się tu równie dobrze jak i do kotłów stałych. Jest to właśnie opisany wyżej przenośnik ślimakowy w połączeniu z rurami wdmuchowemi. Ma on jednak, obok pewnych zalet, poważne wady i między niemi, jak się okazało, najważniejszą bodaj, niejednostajność zasilania. Niejednostajność ta wynika, z jednej strony, wskutek rozmaitego ściśnięcia wzgl. zmiennej gęstości pyłu w zbiorniku (w zależności od wysokości poziomu pyłu i sposobu wysypywania go), z drugiej zaś strony, wskutek właściwości fizycznych samego pyłu.

Jak się okazało, pył, swobodnie wyspany do zbiornika pojemności  $V_1 = 11$  dm<sup>3</sup>, posiada wagę gatunkową

$$\gamma = 0,60 \text{ kg/dm}^3.$$

Jeżeli zaś wyspiemy go do zbiornika, mieszczącego  $V_2 = 72$  dm<sup>3</sup>, to otrzymamy

$$\gamma = 0,66 \text{ kg/dm}^3.$$

Po obciążeniu wreszcie powierzchni pyłu, wsypanego do tego ostatniego zbiornika ciężarem takim, że otrzymamy 1580 kg/m<sup>2</sup> obciążenia, okazało się że:

$$\gamma = 0,75 \text{ kg/dm}^3.$$

Obciążenie 1580 kg/m<sup>2</sup>, jest to, które powstaje na poziomie ślimaków na dnie zbiornika, napełnionego pyłem wskutek jego wagi własnej.

Prócz tego, wyjaśniło się jeszcze, że, w miarę zużycia pyłu ze zbiornika, tworzą się w nim leje w tych miejscach, gdzie ślimak zabiera pył, i to tak trwałe, że pomimo wstrząśnień podczas jazdy, nie zawsze się zasypują, wskutek tego powierzchnie ślimaków zostają chwilami częściowo odsłonięte i zasilanie paleniska na pewien czas może się znacznie zmniejszyć. Poza tem, niejednostajność zasilania powstaje jeszcze z tego powodu, że podczas gdy ślimak się obraca i wygrzebuje pył wzdłuż swojej osi, powstaje nad nim jakgdyby sklepienie z pyłu, utrzymujące się przez pewien czas i wstrzymujące normalne zasilanie.

Na ten ostatni objaw zwrócono też uwagę podczas ostatnich badań w Ameryce i próbowano zaradzić temu przez wprowadzenie podwójnych ślimaków, jeden obok drugiego lub nad drugim, które mają się obracać jednocześnie.

Mówiąc o właściwościach pyłu węglowego, jako opału, trzeba jeszcze dodać, że wytworzenie krótkiej żagwi w palenisku jest jedynie możliwe przy b. drobnych cząsteczkach pyłu i jaknajmniejszej zawartości w nich wody higroskopijnej. Biorąc więc pod uwagę powyższe wywody, dotyczące

<sup>1)</sup> Lopules-Locomotive pulverised fuel company.

przebiegu palenia, widzimy, jakie znaczenie ma należyte mielenie i suszenie węgla, podczas przygotowania pyłu.

Jak zauważyliśmy, wysuszony i zmielony pył węglowy odznacza się bardzo małą hygroskopijnością. Pył, który był brany do naszych badań, przechowywano w wagonach ciężarowych (krytych) w zwyczajnych workach w ciągu całej jesieni, zimy i wiosny. Nieraz przytem wagony, przez zapomnienie lub zaniedbanie lub z powodu ciągłych kradzieży worków, zostawały przez dłuższy czas otwarte i worki z pyłem polewał deszcz lub pokrywał śnieg; jednak % wody w składzie pyłu zwiększył się tylko o 0,5% do 1,0% przez cały ten czas. Pył, leżący bezpośrednio na ziemi, pod wpływem opadów przesiąkał wodą zaledwie na grubość 1—2 mm, z których tworzyła się jakby błonka, nie przepuszczająca dalej wilgoci.

**Popiół, żuźle, sadza i pył niespalony w odpadkach.**

Ponieważ węgiel, użyty do badań, zawierał bardzo dużo popiołu (przeciętnie 26,8%), kwestja usunięcia jego stanowiła jedno z najtrudniejszych zadań.

Zasadniczo usunąć popiół i żuźle możnaby 2-ma sposobami: albo, wytwarzając b. wysoką temperaturę, roztopić je i zbierać w stanie początkowo płynnym w skrzyni popielnikowej, do której masa płynna ścieka i gdzie dopiero ostyga i twardnieje (jak zrobiono na kolejach brazylijskich), albo, nie dając roztopić się cząsteczkom popiołu, usunąć je zapomocą ciągu przez komin, w postaci drobnego pyłu.

Zastosowanie każdego z tych sposobów jest możliwe przy odpowiednim dla każdego z nich ustroju paleniska, zależy jednak, prócz tego, od właściwości użytego węgla.

Jak wykazały badania, dany węgiel wytwarza żuźel, mający punkt topliwości 1380° C. Jakkolwiek w palenisku powstawała temperatura wyższa od tej, jednak przy zetknięciu ze ściankami z cegły, pokrywającej dolną część skrzyni ogniowej, płynne cząsteczki żuźla o tyle się ochładzały, że ściekać do skrzyni popielnikowej już nie mogły i bądź zostały na miejscu, bądź też spływały tylko bardzo nieznacznie (o 10—15 cm) na dół. Nie zmieniły tego próby podwyższenia temperatury płomienia przez wydłużenie obu sklepień, gdy płomień posiadał temperaturę do 1600° C. i wyżej.

Przypuszczalnie więc dla tego rodzaju węgla należy zastosować usuwanie żuźla, razem z gazami spalinowymi, do komina.

Wówczas potrzeba, przeciwnie, unikać zbyt wysokiej temperatury, by cząsteczki popiołu i żuźla ulatywały ze skrzyni ogniowej już ostudzone do pewnego stopnia, będąc w stanie stałym.

Że jest to możliwe, widać z tego, że nawet przy tak wysokiej temperaturze płomienia, jak było w naszym palenisku, temperatura przy ściance sitowej wynosiła już 900—1000° C.

Charakterystycznym objawem przy tworzeniu się na warstwie na ściankach komory paleniskowej jest to, że warstwy, powstając naogół w zależności od panującej w danym miejscu temperatury, osiadały w tych miejscach, gdzie następowała albo zmiana kierunku gazów, albo zmiana szybkości ich przelotu. To samo tyczy się osiadania cząsteczek pyłu w paleniskach, wszelkie więc raptowne zmiany przekroju powinny być unikane.

Warstwa żuźla, tworząca się na bocznych ściankach w dolnej części komory paleniskowej, była tak twarda, że można było ją odłamywać tylko zapomocą uderzeń oskar-dem. Wskutek wysokiej temperatury nadtapiała się też powierzchnia cegły i tworzył się tak zlepek z żuźlem; przy czyszczeniu więc odpadała nieraz razem z żuźlem zewnętrzna warstwa cegły. Grubość osadu wynosiła tu 50—150 mm; największa—powstaje tam, gdzie płomień zawraca ku górze i zaczyna ruch powrotny pod górnem sklepieniem (do 200 mm w pasie okien bocznych).

Na dolnej powierzchni górnego sklepienia powstają narosty w kształcie oddzielnych stożków, przypominających stalaktyty, nieco pochylonych w stosunku do powierzchni sklepienia (odpowiednio do kierunku odbijających się od sklepienia gazów). W ten sposób powierzchnia ta pokrywa się kolecami, które po części odpadają stopniowo do popielnika, przeważnie zaś pozostają na miejscu. Nie przeszkadzają jednak one opalaniu i dają się później łatwo usunąć.

Jednocześnie boczne ścianki, wzdłuż powrotnej drogi płomienia, przerywają się najtwardszą warstwą żuźla, prawie czarnego koloru, lecz stosunkowo b. cienką: 25—40 mm

grubości. Tu mamy więc wpływ znacznej szybkości gazów przy bardzo wysokiej temperaturze.

Wreszcie w rogach, powstających przy sklepieniach, gdzie gazy nie sięgają, zmieniając kierunek i szybkość i tworząc ewent. wiry, powstają największe zbiorowiska żuźla, a właściwie słabo już stopionego popiołu. Taki ką (czy „worek“) otrzymujemy: a) pomiędzy dnem paleniska a przednią ścianką komory, b) nad sklepieniem dolnem i c) nad górnem sklepieniem.

Przytem nad sklepieniami popiołu osiada więcej około bocznych ścianek niż pośrodku, tak, że po pewnym czasie górna powierzchnia sklepienia staje się płaską, a w pochylem sklepieniu górnem nawet zbliżoną do poziomej, bo zasypuje się głębszy kąt pod ścianką sitową.

Ponad sklepieniem górnem gazy spalinowe stykają się już ze ściankami metalowemi skrzyni ogniowej, znacznie chłodniejszymi niż ścianki komory dolnej. Wówczas żuźel nie osiada na nich, z wyjątkiem ścianki sitowej, na której może się wytworzyć wyżej opisany plaster i zatknąć płomieniówki. Jednakże, jak już wyżej wyjaśniono, jest to objaw, mogący powstać tylko przy wadliwym prowadzeniu opalania, a zatem normalnie nie groźny.

Boczne ścianki metalowe i podniebienie pokrywa cienka warstwa sadzy, ok. 1 mm po kilkugodzinnem opalaniu, ale ta od czasu do czasu wzdyma się, kruszy i odpada. Również na lebkach sworzni kotłowych zbiera się trochę popiołu i sadzy w postaci ukośnych stożków z wierzchołkiem, zwróconym przeciw prądowi gazów; miejscami powstaje na tych lebkach, m. in. czasem na korkach ochronnych, błonka ciemno-szara, ok. 1 mm grubości.

Dla usuwania osadu popiołu i mialu z płomieniówek zastosowaliśmy przyrząd do przedmuchiwania ich parą, używany też przy ręcznem opalaniu węglem.

W płomieniówkach tworzyły się twarde korki długości 20—40 mm, w płomienicach zaś popiół osiadał nieraz na głębokość prawie do członów przegrzewacza.

Przy przeciekaniu płomieniówek, zalepianie ich następuje prędzej.

Jaki % odpadków pozostaje w wyżej opisany sposób w kotle i ile ich ulatuje, uwidocznią nast. tablica:

№ badań	Ogólna ilość spalonego pyłu (B) kg	Ilość popiołu w tym pyłu (A) kg	Pozostało odpadków w palenisku		Pozostało odpadków w dymnicy		Wycięto ze spalinami %
			kg	% ogólnej ilości (A)	kg	% ogólnej ilości (A)	
1	7250	1950	447	23	173	9,0	68
2+3	3960	1070	607	57	102	9,5	33,5

Znaczna różnica ilości popiołu, usuniętego przez komin w obu wypadkach, powstała wskutek różnicy ciągu, jak widać z nast. tabliczki:

Badania	Ciąg w palenisku Δ <sub>2</sub>	Ciąg w dymnicy Δ <sub>3</sub>	Różnica Δ <sub>2</sub> - Δ <sub>3</sub>	% odpadków w palenisku
1	9 mm sł. w.	39 mm sł. w.	30 mm	23
2 i 3	4,5 „	21,5 „	17 „	57

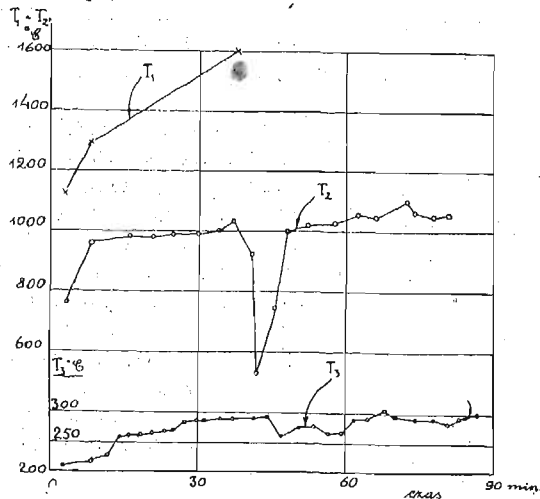
**Temperatura w palenisku i dymnicy.**

Pomiarów temperatury w palenisku dokonywaliśmy zapomocą dwóch pirometrów elektrycznych ze stopem drucików platynowego i platyno-rodowego, umieszczonych w 2-ech najbardziej charakterystycznych miejscach, mianowicie, jeden—pod górnem sklepieniem na połowie szerokości paleniska i pod środkiem długości sklepienia, drugi zaś też pośrodku—przy samej ściance sitowej, nad sklepieniem. W taki sposób mogliśmy mierzyć temperaturę najwyższą płomienia T<sub>1</sub> i najniższą—gazów przed opuszczeniem paleniska T<sub>2</sub>.

Prócz tego, notowaliśmy temperaturę T<sub>3</sub> w dymnicy, mniej więcej w środku strugi gazów, zapomocą termometru rtęciowego.

Otrzymane temperatury wykazują wykresy na fig. 7.

Z początku dużo ciepła pochłania obmurze wewnętrzne, ale ogrzewanie jego odbywa się bardzo szybko i temperatury ustalają się szybko na poziomie normalnym dla danego opalu (w odpowiednich warunkach):  $T_1 \cong 1600^\circ \text{C}$ ;  $T_2 \cong 1000^\circ \text{C}$ ;  $T_3 \cong 300^\circ \text{C}$ .



Rys. 5.

Jednakże, w zależności od natężenia pracy paleniska  $\left(\frac{B}{R}\right)$ , nadmiaru powietrza ( $\alpha$ ) i czystości powierzchni ogrzewanej kotła, temperatury te wahają się w bardzo szerokich granicach.

Temperatura  $T_1$  jest tak wysoka, że często nie mogła być zmierzona,  $T_1$  bowiem bywa wyższe niż  $1600^\circ \text{C}$ ;  $T_2$  nie przekracza  $1100^\circ \text{C}$ . Ważnym więc jest zwrócić uwagę na to, że punkt topliwości żużla wynosi  $1380^\circ \text{C}$ , a jednak zalepia on w tym miejscu ściankę sitową.

Co się tyczy temperatury przegrzania pary przy opalaniu pyłem węglowym, to należy zaznaczyć, że temperatura ta ustala się bardzo szybko na pewnym poziomie i sięga po 3—5 min. opalania kotła (w naszym wypadku)  $350\text{—}360^\circ \text{C}$ . Najwyższa temperatura wynosiła  $T_p = 380^\circ \text{C}$ .

Na turbinę i dmuchawkę zużywano pary (o prężności 12 atm.), zależnie od natężenia powierzchni ogrzewanej kotła, od 3,8—0,75%.

#### Straty ciepła.

Na podstawie wyników analizy spalin i pomiarów temperatury, obliczono straty ciepła, mianowicie:  $Q$  — ciepło nieuzyskane, wskutek niecałkowitego spalania i wytwarzania się tlenku węgla ( $CO$ ) oraz  $Q_3$  — ciepło stracone wskutek wylotu gazów do kolumna. Stosunek tych strat do ogólnej ilości ciepła, którą daje spalanie pyłu, w % oznaczamy odpow. przez  $q_2$  i  $q_3$ . Te straty %owe są wyobrażone na rys. 4<sup>1)</sup> w postaci wykresów, w zależności od współczynnika nadmiaru powietrza  $\alpha$  dla wyników badania № 2. Oprócz tego, mamy tu wykres  $q_2 + q_3$ .

Krzywa  $q_3 = f(\alpha)$  ma kształt linii prostej. Natomiast  $q_2 = \varphi(\alpha)$  posiada wyraźne minimum przy  $\alpha \cong 1,1$  (badanie № 2).

Suma strat  $q_2 + q_3$  w najlepszym wypadku (bad. № 1) wynosiła 16%. Przy bad. № 2 mamy  $(q_2 + q_3)_{\text{min}} = 22\%$ , przy  $\alpha = 1,05$ ; natomiast 28% — przy  $\alpha = 1,30$ , i aż 48% przy  $\alpha = 0,75$ .

Prócz strat powyższych mamy tu, jak zwykle w kotle parowym jeszcze:  $q_1$  — na węgiel, pozostający w popielniku  $q_4$  — pył węglowy, ulatujący ze spalinami,  $q_5$  — na wewnętrzne promieniowanie i  $q_6$  — na bezużyteczny upływ pary.

W normalnych warunkach, przy opalaniu pyłem powinno być  $q_1 = 0$ ,  $q_4 = 0\text{—}2\%$  i  $q_6 = 0$ . Straty  $q_5$  możemy przyjąć, według danych dla innych parowozów,  $q_5 = 5\text{—}6\%$ . Wreszcie dochodzą straty pary na napęd turbiny i dmuchawki, które przy normalnym obciążeniu, jak wykazano wyżej wynoszą  $q_7 = 0,75\%$  (przy małej sprawności turbiny).

Przyjmując sumę tych strat:

$$q_1 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 \cong 8\%,$$

oraz mając  $q_2 + q_3 = 16\text{—}22\%$ ,

otrzymany sprawność kotła:

$$\eta_k = 100 - \sum q_n = 76\text{—}70\%,$$

<sup>1)</sup> Patrz. Przegl. Techn. № 47, str. 360.

czyli znacznie większa, niż dla kotłów o paleniskach rusztowych. Różnicę można ocenić blisko na 15%.<sup>1)</sup>

#### Ogólne zestawienie wyników badań.

Zestawiając wyniki badań kotła, opalanego pyłem węglowym, widzimy że ten opał wymaga nieodzownie pewnych, ściśle określonych, warunków, przede wszystkim zaś właściwego nadmiaru powietrza i odpowiedniego ciągu, a następnie (co zresztą jest ściśle związane z powyższymi) należytego ustroju paleniska; prócz tego, trzeba mieć węgiel zmielony jaknajdrobniej i jaknajsuchszy.

Nieznaczne uchybienie głównym warunkom prawidłowej pracy doprowadza do niezwyklego wzrostu strat ciepła, a dalsze — do niemożliwości opalania wogóle. Wyniki prób dają prawo do wyciągnięcia następujących wniosków:

- 1) obsługa paleniska nie wymaga żadnego wysiłku fizycznego, gdyż zasilanie odbywa się samoczynnie.
- 2) zwiększa się wydajność kotła (ilość wytwarzanej pary);
- 3) zwiększa się jednocześnie sprawność kotła (spółczynnik  $\eta_k$ );
- 4) parowóz może rozwinąć większą siłę pociagową, wobec zmniejszenia przeciwpężności w cylindrach, wskutek rozszerzenia dyszy dymnicowej (potrzebny jest o wiele słabszy ciąg<sup>1)</sup>);

Szerokie zastosowanie tego opalu pozwoli użytkownikowi z doskonałym wynikiem: a) odpadki w postaci miału węglowego, b) najgorsze gatunki węgla kamiennego i brunatnego i wreszcie c) torf;

6) ogromnie skraca się czas, potrzebny do rozpalania kotła (do 30 min.)

7) daje możliwość niez używania węgla na opalenie kotła podczas postojów na stacjach, ponieważ palenie może być wstrzymane z górą na 1 godzinę;

8) ułatwia załadowanie paliwa na tender.

Paliwo sproszkowane coraz bardziej zaczyna się rozpowszechniać. St. Zjedn. posiadają już, oprócz parowozów, cały szereg siłowni centralnych, opalanych pyłem, i zużywają rocznie z górą 10 milj. ton węgla w tej postaci.

Prób zastosowania do parowozów dokonano w Anglii, Indjach, Szwajcarii, Francji, Niemczech, we Włoszech (opal węglem brunatnym krajowym, zamiast angielskiego-kamiennego), wreszcie mają być wprowadzone w Hiszpanji i Japonji.

Pył torfowy był badany i zastosowany w Szwecji i Holandji.

Jednocześnie pył węglowy zaczyna wchodzić w użycie jako opał do pieców metalurgicznych (Martenowskich, grzejnych i do walcowni); wreszcie wynalazek inż. Basset'a we Francji, który przez zużycie pyłu węglowego daje możliwość bezpośredniego wytapiania żelaza z rudy, przyczyni się niewątpliwie do jeszcze większego rozpowszechnienia tego paliwa.

O kosztach przygotowania pyłu dają pojęcie obliczenia, przeprowadzone w Ameryce (na kolei Lehigh Valley Railway), gdzie opalano parowozy mieszaniną miału antracytowego (5360 cal.) i węgla gazowego (7040 cal.) w stosunku 25% na 75% i 58<sup>1</sup>/<sub>2</sub>% na 41<sup>1</sup>/<sub>2</sub>%. Miał antracytowy kosztuje 1,43 dol. tona, węgiel zaś gazowy — 4,23 dol. tona. Koszta mielenia wynoszą 40 cent. na tonę, przy wydajności 1000 ton na dobę.

Przy takim rozchodzie dziennym oszczędność na paliwie wynosi 1325 dol. dziennie, czyli 485 625 dol. rocznie (ok. 4 miliardów mk. pol.), nie licząc oszczędności na obsłudze i t. p. korzyści innych<sup>2)</sup>.

Gdybyśmy chcieli w Polsce zużyć w postaci pyłu tylko miał, którego rocznie otrzymujemy ok. 3 milj. t i który mało może znaleźć zastosowania dotychczas, mielibyśmy przy przygotowaniu pyłu nietylko ułatwienie mielenia (w porównaniu z węglem grubym), ale nie potrzebowalibyśmy go suszyć, jak w opisywanym wypadku.

W dodatku, ponieważ węgiel nasz nie zawiera tak wielkiej ilości popiołu, trudności z usuwaniem odpadków zapewneby nie było.

Natomiast korzyści moglibyśmy osiągnąć znaczne.

<sup>1)</sup> Inż. Muhlfeld, na podstawie doświadczeń na kolejach amerykańskich stwierdza również, że przy opalaniu pyłem sprawność kotła wzrasta o 15% („Pulverised coal f. locomotives“).

<sup>2)</sup> Railway Engineer, July, 1920.

# Stowarzyszenie Techników w Warszawie.

## Terminy zebrań Kół i Wydziałów.

30 listopada — *Kolo b. wychowawców Wyższej Szkoły Technicznej w Moskwie*—sala III—godz. 7 wiecz.

## WALNE ZEBRANIE

Rada Stowarzyszenia Techników w Warszawie zawiadamia, że Walne Zebranie Członków Stowarzyszenia odbędzie się w piątek dnia 1 grudnia 1922 r., o godz. 8 wieczorem.

### PORZĄDEK OBRAD:

1. Zagajenie Zebrania.
2. Wybór Przewodniczącego i Sekretarza Zebrania.
3. Odczytanie i przyjęcie protokołu Walnego Zebrania z dnia 30 czerwca r. b.
4. Projekt zmiany Regulaminu Sądu Koleżeńskiego.
5. Wniosek Rady w sprawie podwyższenia składki członkowskiej.
6. Wniosek Rady w sprawie wydatków reprezentacyjnych.
7. Wybory do władz Stowarzyszenia.
8. Balotowanie nowych kandydatów na członków Stowarzyszenia.
9. Komunikaty Rady.
10. Wnioski członków do rozpatrzenia przez Radę i przedłożenia na następne Walne Zebranie.

## Wydział pośrednictwa pracy.

### Posady wakujące:

- 224 — Potrzebny technik -akwizytor, samotny, w wieku do lat 30, pożądana znajomość języka niemieckiego.
- 226 — Poszukuje się inżyniera -technologa (hutnika lub metalurga) z odpowiednią praktyką, z dobrymi referencjami.
- 228 — Potrzebny natychmiast technik-handlowiec do lat 30, z praktyką biurową, na stanowisko pomocnika naczelnika Wydziału Zakupów do biura budowlanego.
- 230 — Wydział Sejmiku Kieleckiego poszukuje inżyniera (technika) drogowego.
- 232 — Inżynier lub technik budowlany, specjalność żelbeton, budownictwo podziemne, statyk potrzebny do Poznania.
- 234 — Poszukiwany młody inżynier do samodzielnej pracy przy projektowaniu konstrukcji żelaznych dźwigarek towarowych, kolejek wiszących, urządzeń transportowych, jak również do opracowywania rysunków wykonawczych wymienionych przedmiotów.

### Poszukujący pracy:

- 205 — Oficer rezerwy, z zawodu inżynier budowlany z 6-letnią praktyką w zakresie konstrukcji żelaznej w kraju i zagranicą.
- 207 — Inżynier -technolog lat 56, z obszerną działalnością techniczną i administracyjną poszukuje pracy w fabrykach sulfit-cellulozy, cegielni lub w innym zakładzie chemicznym. Podejmie się również wykonywania robót budowlanych, urządzeń sanitarnych i zarządu stacjami wodociągowymi.
- 209 — Inżynier -technolog z 18-letnią praktyką w dużych fabrykach chemicznych, w przemyśle rolnym i drzewnym i budownictwie fabrycznym poszukuje kierowniczego stanowiska.
- 211 — Inżynier -mechanik, lat 36, z 9-letnią praktyką biurową i warsztatową poszukuje pracy w przemyśle.
- 213 — Inżynier-technolog -chemik, z 11-letnią praktyką, b. kierownik większych fabryk zapalek w Rosji, może objąć odpowiednią posadę lub zająć się budową nowych fabryk, wprowadzając ostatnie ulepszenia.

## Inżynier -handlowiec,

dplom politechniki w Monachjum (mechanika), 7 lat praktyki techn. handl. w wielkim przemyśle w Niemczech (Śląsk, Nadrenja), 4 lata w kraju, języki: polski, niemiecki, rosyjski, francuski, poszukuje odpowiedniego stanowiska w działach: administracja oferty, zakup, kalkulacja. Oferty do Adm. Prz. Techn. dla S. N.

530

## DEKALKI-KALKOMANJE

do celów technicz. na: drzewo, metal, farby i ceramikę

poleca: **Sp. Akc. „TECHPOM“**  
WARSZAWA, Warecka 10, tel. 257-50.

518

## Dr. W. P. Kłobukowski

Inżynier-chemik

Fabryka maszyn i urządzeń ogrzewniczych i zdrowotnych

Spółka Akcyjna

w Warszawie, Aleje Jerozolimskie 67. — Telef. 15-03 i 15-04.

Suszarnie do owoców, warzyw, okopowizn, wyśrodków buraczanych, cykorji, zboża, nasion i t. p.  
Urządzenia do przetworów z owoców i warzyw.  
Wanniki próżniowe - Wskumno, Autoklawy i t. p.  
Kuchnie i piekarnie wojskowe polowe.  
Multiplikatory ogrzewania do pieców pokojowych — oszczędzają 50% opalu.  
Drzwiczki piecowe, nigdy nie tracą hermetyczności, zwiększają wydajność ciepła.  
Piecze żelazne zasypne płaszczowe do powolnego ciągłego palenia.  
Centralne ogrzewanie za pomocą kaloryferów żelaznych, nieprzypalających kurzu.  
Nasady kominowe i wentylacyjne obrotowe i stałe. Kratki wentylacyjne.  
Wentylatory turbinowe dla fabryk niskiego i wysokiego ciśnienia.  
Wrzätniki poręczyste i ze stałym wyptywem wrzätka gorącego i ostudzonego.  
Urządzenia kąpielowe: piecze kolumnowe, naftowe i gazowe, natryski i t. p.  
Aparaty dezynfekcyjne stałe i przewoźne.  
Aparaty asenizacyjne.  
Piecze do spalania śmieci stałe i przewoźne.  
Pralnie i suszarnie do bielizny.

351

## ŻELAZOBETON

w zastosowaniu jako stropy, dachy, mosty, zbiorniki, śpi-chlerze projektuje i wykonuje



DACHY DESKOWE dla dużych rozpiętości systemu inż. JANA BRODY

TORUŃSKIE BIURO INŻYNIERSKIE I BUDOWLANE

JAN BRODA

TORUŃ, UL. KOSZAROWA 11/13

Telefon Nr 14-41.

Adres telegr. BRODABIURO.

9

Do nabycia w Administracji „Przeglądu Technicznego“

## „Z praktyki budowy dróg gruntowych“

przez  
inż. Leona Borowskiego

Cena 35 mk.

Numer 49-ty „Przeglądu Technicznego“

między innymi zawierać będzie:

Wymiary kanałów do wód deszczowych.

Nowoczesne urządzenia trakcyjne.

Wykonane przez nas urządzenie składu monopolowego **GRAND PRIX** Nagrodzeni zostaliśmy na wystawie wszechświatowej w Turynie w roku 1911. na wystawie w Paryżu 1900 roku nagrodzone zostało

Za aparaty przemysłu cukrowniczego **wielki medal złoty** na wystawie wszechświatowej w Paryżu. Najwyższa i jedyna nagroda w dziale Cukrowniczym i Gorzelniczym, **WIELKI MEDAL ZŁOTY**, Kijów 1913 r.

TOWARZYSTWO AKCYJNE ZAKŁADÓW MECHANICZNYCH

# Bormann, Szwede i S<sup>ka</sup>

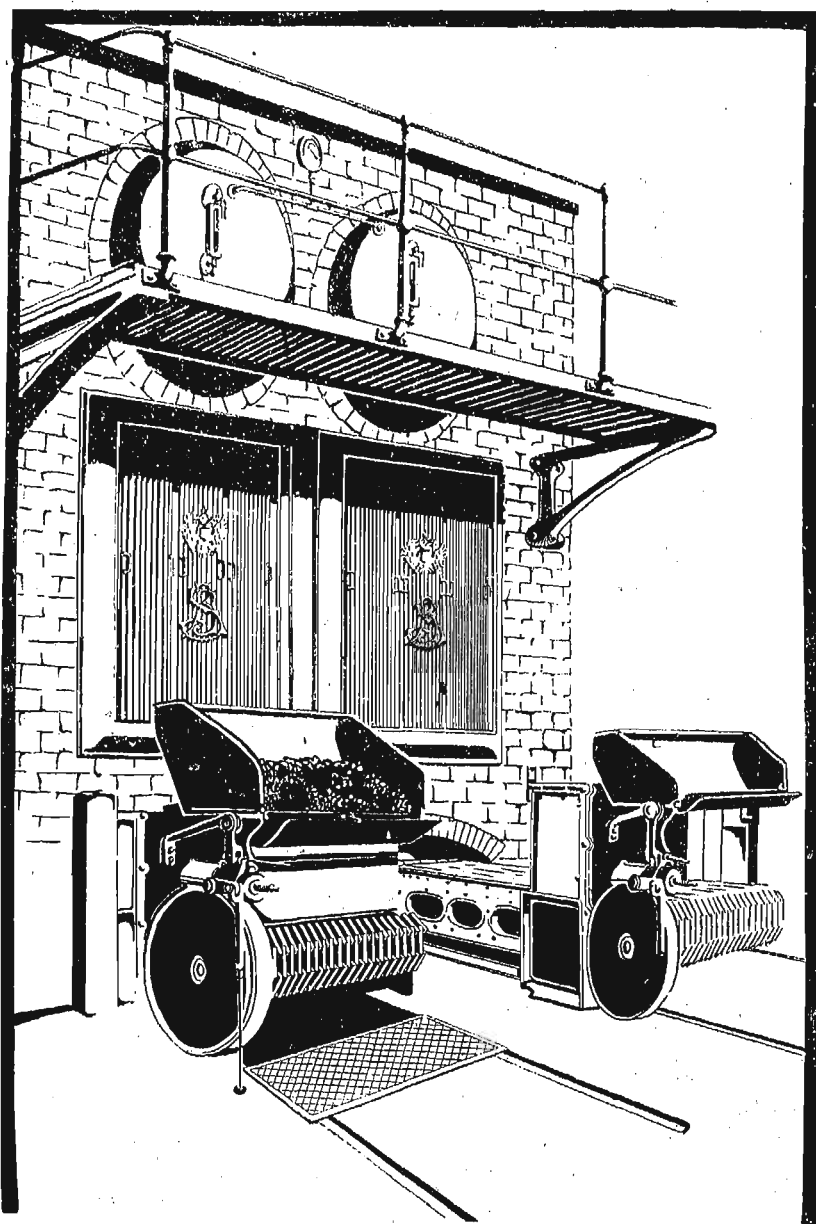
Telefony { Biuro Handlowe 7-22,  
" Sprzedaży 20-86,  
" Techniczne 20-63,  
" Warsztatowe 278-28,  
Międzydzielnicowy 7-22.

w WARSZAWIE,  
ul. SREBRNA 16.

Adres telegraficzny:  
„Bormanszwede —  
Warszawa“.

Rok założenia 1875.

1. Kompletna budowa i remont: cukrowni, gorzelnii, syropiarni, fabryk drożdży, krochmalni, suszarni, fabryk chemicznych i suchej destylacji.
2. Wszelkie aparaty i kotły do przemysłu naftowego.
3. Kotły parowe hydraulicznie nitowane wszelkich racjonalnych systemów na wysokie i niskie ciśnienie.
4. Maszyny parowe i pompy zwykle, tryplex i wirowe.
5. Aparaty do zmiękczenia i oczyszczania wody.
6. Odparnice syst. „Kestnera“, „Walner-Jelinek“ i zwykle stojące.



7. Aparaty gorzelnicze i rektyfikacyjne syst. „Bormanna“ i „Barbet-Bormann“.
8. Regulatory automatyczne do pary dla gorzelnii (oszczędność na opale i obsłudze).
9. Precyzyjne i zwykle rozlewaczki do butelek.
10. Beczki żelazne, miary brązowe i żelazne do wszystkich płynów.
11. Konstrukcje żelazne i wszelkie roboty wchodzące w zakres kotlarstwa żelaznego i miedzianego.
12. Wszelkie roboty mechaniczne i armatura.

**Kotły parowe wodnorurkowe na wysokie ciśnienie**  
□ z przegrzewaczami i rusztami mechanicznymi. □



Na podstawie pozwolenia Ministerstwa Przemysłu i Handlu w porozumieniu z Ministerstwem Skarbu z 11 października 1922, № 271

## ZARZĄD

# Warszawskiej Spółki Akcyjnej Budowy Parowozów

przystępuje do **powiększenia kapitału** akcyjnego o dalszych

**350 milionów mp. czyli do łącznej wysokości 500 milionów mp.**

przez wypuszczenie drogą IV emisji **700 tysięcy** sztuk akcji po **500** mkp. nominalnej wartości każda, na następujących warunkach:

- 1) Właścicielom akcji poprzednich emisji (I—III) przysługuje prawo nabycia jednej nowej akcji na każdą akcję poprzednich emisji po cenie 1,500 mkp. za sztukę oraz 200 mkp. na koszt konfekcji, razem 1,700 mkp. za sztukę oraz prawo pierwszeństwa do nabycia jednej akcji nowej na każde 3 akcje poprzednich emisji po cenie 2,000 mkp. oraz 200 mkp. na koszt konfekcji, razem 2,200 mkp. za sztukę.
- 2) Z ceny emisyjnej przeznaczają się 500 mkp. na kapitał zakładowy, resztę zaś na pokrycie kosztów, związanych z emisją i na kapitał zapasowy.
- 3) Pod względem udziałów w zyskach i praw, przysługujących akcjonariuszom, akcje nowej emisji będą zrównane z akcjami poprzednich emisji z prawem do dywidendy od 1-go lipca 1922 r.
- 4) Akcjonariusze, pragnący skorzystać z przysługującego im prawa nabycia nowych akcji, winni najpóźniej do dnia 20-go grudnia 1922 r. przedstawić swoje akcje do ostemplowania i wpłacić pewną należność w miejscach subskrypcji.
- 5) Akcje nierozebrałe przez dawnych akcjonariuszów będą przydzielane według uznania Zarządu po cenie nie niższej od ceny emisyjnej.

Wpłaty na IV emisję przyjmują:

**Polski Bank Przemysłowy, Ziemiński Bank Kredytowy, Bank Dyskontowy Warszawski, Warszawski Bank Przemysłowy oraz wszystkie ich Oddziały i Filje.**

### Stan przedsiębiorstwa.

Spółka rozporządza terenami ogólnej przestrzeni 70,000 m<sup>2</sup>, na których znajdują się hale fabryczne, magazyny, centrala parowo-elektryczna, budynek administracyjny i domy mieszkalne dla urzędników o łącznej powierzchni użytkowej 26,840 m<sup>2</sup>.

Fabryka wydała dotychczas 96 parowozów wraz z tendrami z głównej naprawy, zaś w roku bież. przystępuje do fabrykacji nowych parowozów, zwiększając równocześnie roczną ilość napraw. Na podstawie kontraktu zawartego z M. K. Ż. ma Spółka zapewnić zbytni na dalszych 8 lat.

Za rok 1920/21 wypłacono 12 proc. dywidendy, zaś za rok 1921/22 — 25 proc.

Fabryka zatrudnia 1,500 robotników i jest wyposażona w najnowsze maszyny i urządzenia techniczne.

# Galicyjskie Karpackie Naftowe Towarzystwo Akcyjne

dawniej Bergheim & Mac Garvey

## Fabryka Maszyn i Narzędzi Wiertniczych

Tustanowice — Glinik Marjampolski — Borysław

dostarcza z własnej produkcji

### a) w dziale wiertniczym:

Wszelkie maszyny, narzędzia, przyrządy i aparaty, wchodzące w zakres techniki głębokich wierceń, według długoletnich własnych doświadczeń, lub też według podanych dat, w szczególności zaś Żorawie oraz wszelkie narzędzia i przyrządy wiertnicze systemu polsko-kanadyjskiego—Żorawie oraz wszelkie narzędzia wiertnicze do wierceń płuczkowych udarowych—Całkowite urządzenia do wiercenia płuczkowego obrotowego „Rotary“ — Urządzenia i narzędzia do wierceń ręcznych, udarowych i obrotowych—wszystko w różnych typach, wielkościach i wyposażeniu, odpowiednio do głębokości i celu wiercenia—Maszyny parowe, wiertnicze — Wyciągi parowe (hasple) do tłokowania płynów z otworów wiertniczych — Urządzenia pompowe różnych systemów, grupowe i pojedyncze — Pompy ssąco-wydzwigowe—Przyrządy i narzędzia miernicze.

### b) w dziale ogólnym:

Maszyny, aparaty i prasy do rafinerji nafty—Pompy parowe—Krany (suwnice i dźwigi)—Urządzenia do opału płynnego i gazowego—Cysterny (wagony) kolejowe—Zbiorniki żelazne—Konstrukcje żelazne—Beczki żelazne, czarne lub ocynkowane — Odlewy surowe żeliwne i mosiężne—Wszelkie wyroby kute stalowe i żelazne, surowe lub obrobione.

**Wykonujemy również wszelkie naprawy maszyn i urządzeń wchodzących w zakres kopalnictwa i rafinerji nafty.**

262

# BANK HANDLOWY W WARSZAWIE

założony w r. 1870

**Kapitał akcyjny 300.000.000 Mkp.**

**Kapitał rezerwowy 220.000.000 Mkp.**

Instytucja Centralna: Warszawa, Traugutta 7/9.

### Oddziały miejskie:

I. Nowy-Świat 5. II. Tłomackie I. III. Marszałkowska 50. IV. Żabia 4.  
V. Praga-Targowa 65.

### Oddziały w Polsce:

- |                                |                                    |  |                            |
|--------------------------------|------------------------------------|--|----------------------------|
| 1) Będzin,                     | 10) Katowice (w organiz.),         | 19) Miechów,                               | 27) Radom,                 |
| 2) Białystok (w organizacji),  | 11) Kielce,                        | 20) Mława,                                 | 28) Radomsk,               |
| 3) Bydgoszcz (w organiz.),     | 12) Końskie,                       | 21) Ostrowiec,                             | 29) Sandomierz,            |
| 4) Ciechocinek (Ag. sezonowa), | 13) Kraków,                        | 22) Pabjanice,                             | 30) Sosnowiec,             |
| 5) Częstochowa,                | 14) Kutno,                         | 23) Piotrków,                              | 31) Tomaszów Mazowiecki,   |
| 6) Gniezno (w organizacji),    | 15) Lublin,                        | 24) Płock,                                 | 32) Toruń,                 |
| 7) Hrubieszów,                 | 16) Łowicz,                        | 25) Poznań (Główny),                       | 33) Wilno (w organizacji), |
| 8) Jędrzejów,                  | 17) Łódź (główny, ul. Dzielna 17), | 26) Poznań (Oddział Miejski, Hotel Bazar), | 34) Włocławek,             |
| 9) Kalisz,                     | 18) Łódź (Oddział Miejski),        |  | 35) Zawiercie.             |

### Oddział w Gdańsku.

434